



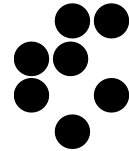
Institut »Jožef Stefan«
Center za energetska učinkovitost

Ocena podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike

Številka poročila: IJS-DP-15168
Naročnik: Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo
Pogodba št. P250083

Ljubljana, november 2025

Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija
Center za energetska učinkovitost (CEU)
Energy Efficiency Centre



Naslov poročila

Ocena podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike

Številka poročila: IJS-DP-15168

Datum: 28. november 2025

Naročnik:

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo

Št. pogodbe:

Pogodba št. P250083

Odgovorna oseba naročnika:

dr. Danijel Crnčec

Odgovorna oseba izvajalca:

dr. Marko Kovač

Avtorji poročila:

Katarina Trstenjak, IJS-CEU

dr. Edvard Košnjek, IJS-CEU

dr. Marko Kovač, IJS-CEU

Kopije:

naročnik (po pogodbi)

IJS knjižnica

arhiv IJS CEU

Priloga Ocene podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike je bila financirana iz Podnebnega sklada.



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA OKOLJE,
PODNEBJE IN ENERGIJO**



IZJAVA O OMEJITVI ODGOVORNOSTI

Pri uporabi v poročilu navedenih rezultatov ocene podnebne ranljivosti sektorja energetika je treba upoštevati, da je ocena pripravljena na nacionalni strateški ravni in eksplicitno ne obravnava različnih (podnebnih) regij, ki se lahko med seboj z vidika podnebnih nevarnosti bistveno razlikujejo. Dokument ne ocenjuje tveganj in ranljivosti za posamezne energetske objekte ali konkretne lokacije v Republiki Sloveniji. Zaradi agregiranih podatkov dokument ne predstavlja ocene ranljivosti konkretnih energetskih objektov oz. projektov, temveč služi kot okvirno izhodišče za nadaljnje raziskave, ki se na konkretni lokaciji in za konkreten element energetskega sektorja lahko bistveno razlikujejo od zaključkov te študije.

Povzetek

To poročilo predstavlja postopek priprave prve celovite ocene podnebne ranljivosti in tveganj za slovenski energetske sektor v trenutnem podnebnem stanju. Namen naloge je bil opredeliti, kako so posamezni podsistemi sektorja energetike izpostavljeni vplivom podnebnih sprememb, kakšna je njihova ranljivost in katera tveganja bodo v prihodnje najpomembnejša za zagotavljanje zanesljive energetske oskrbe. Ocena predstavlja temeljni korak pri pripravi Strategije prilagajanja podnebnim spremembam ter izhodišče za oblikovanje konkretnih sektorskih ukrepov za povečanje odpornosti energetskega sektorja.

Ocena je bila pripravljena po metodologiji IPCC AR5 in skladno z nacionalnimi navodili Biotehniške fakultete, ki predvidevajo šest korakov: identifikacijo podnebnih nevarnosti, oceno ranljivosti, oblikovanje scenarijev podnebnih sprememb, oceno izpostavljenosti in vplivov, oceno tveganj ter komunikacijo negotovosti. Pristop je bil izveden participativno – izvedene so bile tri strokovne delavnice z eksperti iz energetike, eksperti s področja podnebnih sprememb, javne uprave, raziskovalnih institucij in podjetij, manjkajoče ocene pa je dopolnila ekspertna skupina IJS-CEU. Analiza je bila izvedena pretežno kvalitativno in temelji na ekspertnih ocenah, podprtih z obstoječimi bazami ARSO, Atlasom okolja in referenčnimi evropskimi študijami.

Za potrebe analize je bil sektor razdeljen na pet energetskih nosilcev – električno energijo, plin, tekoča in trda goriva ter toploto. Vsaka oskrbna veriga je bila nadalje razčlenjena na enote za pretvorbo (npr. elektrarne, toplarne, P2X sistemi), infrastrukturo (prenosna in distribucijska omrežja električne energije in plina, toplovodi, transportna infrastruktura, centralna skladišča) ter distribucijo in končne uporabnike (dobavitelji, polnilnice, lokalna skladišča ipd.). Ta členitev je omogočila ločeno oceno ranljivosti vsakega podsistema ter določitev kritičnih točk v oskrbnih verigah in s tem prepoznavanje elementov, katerih izpad ima največje sistemske posledice.

Dodatno smo v analizo vključili podnebne projekcije pesimističnega scenarija RCP 8.5. Projekcije do konca stoletja kažejo večjo intenzivnost padavin in s tem poplavne nevarnosti po vsej državi, rast števila vročih dni in vročinskih valov ter povečanje požarne ogroženosti predvsem na jugozahodu države. V scenariju RCP 8.5 se v povprečju pričakuje dodatno povečanje izpostavljenosti energetskih elementov, zlasti za požare, vročino, poplave in plazove, medtem ko naj bi se izpostavljenost žledu, zlasti v nižinah, zmanjšala. Čeprav je glavna ocena v tem poročilu izvedena za trenutno podnebno stanje, scenariji nakazujejo, da se bodo že prepoznana tveganja v prihodnosti še okrepila.

Glavne ugotovitve so, da največjo grožnjo za energetske sektor predstavljajo poplave, ki ogrožajo skladišča goriv, transformatorske postaje, distribucijska omrežja električne energije ter druge elemente oskrbnih verig. Pomembna tveganja predstavljajo še neurja in vetroolomi, žled, moker sneg, požari ter vročinski valovi, ki vplivajo na učinkovitost naprav in povečujejo odjem energije za hlajenje. Analiza uteži je pokazala, da sta glede na sedanjo energetske mešanico in sedanje stanje infrastrukture za delovanje sistema najpomembnejša podsistema tekoča goriva (34 %) in električna energija (33 %), sledijo plin (18 %), trda goriva (10 %) in toplota (5 %). To odraža visoko uvozno odvisnost od tekočih goriv in ključno vlogo električne energije v vseh sektorjih rabe.

Utežena skupna ocena ranljivosti sektorja energetike znaša približno 2,3 (na lestvici 1–5), pri čemer ima podsektor električne energije najvišjo ranljivost (okoli 2,6). Visoko ranljivost kažejo tudi sistemi za distribucijo električne energije, fotonapetostne elektrarne in transportne ter logistične poti za goriva. Ocena potrjuje, da je slovenski energetske sektor v trenutnem podnebnem stanju zmerno ranljiv na podnebne spremembe, vendar vsebuje kritične elemente, katerih izpad bi lahko povzročil obsežne motnje v oskrbi.

Ocena podnebne ranljivosti je podana na nacionalni ravni, pri čemer poročilo opozarja na pomembne regionalne razlike v izpostavljenosti in ranljivosti, na primer večjo ogroženost Notranjske regije zaradi žledu, večjo požarno ogroženost jugozahoda države ter hitrejše naraščanje temperatur v vzhodnem delu Slovenije. Regijsko ranljivost bo treba v naslednjih korakih dodatno raziskati in jo natančneje geografsko opredeliti z uporabo GIS orodij.

Rezultati omogočajo prepoznavanje elementov in oskrbnih verig, ki zahtevajo prednostno obravnavo pri oblikovanju prilagoditvenih ukrepov, med drugim krepitev odpornosti energetske infrastrukture (npr. kabliranje omrežij, protipoplavni ukrepi), prilagoditev načrtovanja in umeščanja novih objektov ter upoštevanje podnebnih tveganj v strateških dokumentih in investicijskih načrtih.

Ocena podnebne ranljivosti energetskega sektorja tako predstavlja izhodišče za Strategijo prilagajanja podnebnim spremembam in za nadaljnje postopno nadgrajevanje znanja o ranljivosti in tveganjih v energetiki.

Kazalo

1	Izhodišča	12
1.1	Uvod	12
1.2	Razlaga osnovnih pojmov	12
1.3	Opis sektorja energetike.....	13
2	Razdelitev sektorja energetike za oceno podnebne ranljivosti.....	15
2.1	Energetski nosilci	15
2.2	Enote za pretvorbo in pridobivanje energije iz primarnih virov ter uvoz energentov.....	15
2.3	Energetska infrastruktura.....	16
2.4	Sistemi za distribucijo in oskrbo končnih uporabnikov	16
3	Glavne sektorske politike in zakonodaja, povezana s podnebnimi spremembami	17
3.1	Nacionalna zakonodaja, povezana s podnebnimi politikami	17
3.1.1	Kratek povzetek glavnih sektorskih politik povezanih s podnebnimi spremembami.....	18
3.2	Specifike sektorja energetike v kontekstu podnebnih sprememb.....	19
3.3	Morebitni učinki, ki so jih podnebne spremembe že imele na sektor energetike	19
3.4	Že pripravljene ocene ranljivosti in tveganj za sektor energetike.....	19
4	Opis priprave ocene ranljivosti in tveganj za sektor energetike	23
4.1	Kratek povzetek uporabljene metode in specifike pristopa k pripravi ocene.....	23
4.2	Viri podatkov	25
4.3	Pomanjkljivosti in omejitve priprave ocene	25
4.4	Izvedba priprave ocene	26
5	Nevarnosti in tveganja.....	27
5.1	Opis in ovrednotenje največjih nevarnosti in tveganj.....	27
6	Ocena podnebne ranljivosti sektorja energetike na nacionalni ravni.....	33
6.1	Ocena ranljivosti elementov oskrbnih verig.....	33
6.2	Izračun povprečne ranljivosti elementov.....	33
6.3	Ocena pomembnosti / kritičnosti elementov in posameznih oskrbnih verig	34
6.4	Izračun izpostavljenosti elementov in vpliva elementov na oskrbo končnih uporabnikov ..	35
6.5	Izračun ranljivosti oskrbnih verig in celotnega energetskega sektorja	35
7	Rezultati ocene ranljivosti trenutnega stanja energetskega sektorja	42
8	Opredelitev scenarijev podnebnih sprememb.....	52
9	Izpostavljenost.....	56
10	Ocena potencialnih vplivov	60
11	Ocena podnebnih tveganj in priložnosti	61

12	Komuniciranje negotovosti	63
13	Zaključek.....	64
13.1	Ključne ugotovitve glede ranljivosti in izpostavljenosti	64
13.2	Vloga scenarijev podnebnih sprememb.....	65
13.3	Regionalne specifikke in negotovosti.....	65
13.4	Priporočila in izhodišča za nadaljnje delo.....	66
13.5	Sklepna ugotovitev	67
14	Reference	68
15	Priloga 1.....	70
15.1	Seznam institucij in podjetij, vključenih v delo ekspertne skupine.....	70
16	Priloga 2.....	71
16.1	Rezultati druge delavnice ekspertne skupine energetikov za ocenjevanje podnebne ranljivosti posameznih elementov	71
16.1.1	Enote za pretvorbo energije	71
16.1.2	Energetska infrastruktura	72
16.1.3	Distribucija končnim uporabnikom	74
17	Priloga 3.....	75
17.1	Obravnava pripomb na poročilo <i>Sektorska ocena podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike</i>	75

Seznam kratic

AR5	Peto poročilo o oceni stanja (angl. Fifth Assessment Report)
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
BDP	bruto domači proizvod
BF	Biotehnična fakulteta
COP	koeficient zmogljivosti (angl. Coefficient of Performance)
ČHE	črpalna hidroelektrarna
DV	daljnovod
EDP	elektrodistribucijska podjetja (Elektro Celje, Elektro Gorenjska, Elektro Ljubljana, Elektro Maribor, Elektro Primorska)
EE	električna energija
EEA	Evropska okoljska agencija (angl. European Environment Agency)
ETS	shema trgovanja z emisijami (angl. Emissions Trading Scheme)
EU	Evropska unija (angl. European Union)
EUCRA	Ocena podnebne tveganja za Evropo (angl. European Climate Risk Assessment)
ELES	operater kombiniranega prenosnega in distribucijskega elektroenergetskega omrežja
FDV	Fakulteta za družbene vede
FNE	fotonapetostna elektrarna
GIS	geografski informacijski sistem
HE	hidroelektrarna
IJS CEU	Center za energetske učinkovitost Instituta Jožef Stefan
IPCC	Medvladni forum za podnebne spremembe (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change)
JE	jedrska elektrarna
MOPE	Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo
NEPN 2024	Posodobljeni Nacionalni energetske in podnebni načrt iz leta 2024
NEPN	Nacionalni energetske in podnebni načrt
NEPP	Celovito nacionalno energetske in podnebno poročilo
NOO	Načrt za okrevanje in odpornost
NN	nizka naptost
OVE	obnovljivi viri energije
P2G	pretvorniki električne energije v plin, tudi vodik (angl. Power-to-Gas)
P2X	pretvorniki električne energije v druge oblike energije (angl. Power-to-X)
Q100	povratna doba sto let
Q500	povratna doba petsto let
RCP	scenarij izpustov toplogrednih plinov (angl. Representative Concentration Pathways)
ReDPS50	Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije
RNDO	Razvojni načrt distribucijskega elektroenergetskega omrežja
RS	Republika Slovenija
RTP	razdelilno transformatorska postaja
SSI	standardiziran indeks pretoka (angl. Standardized Streamflow Indeks)
SPI-3	3-mesečni standardiziran padavinski indeks
SDOH	sistem daljinskega ogrevanja in hlajenja
SHEE	sistem za hranjenje električne energije
SN	srednja napetost
SPT	soproizvodnja toplote in električne energije
SUMO	sistem SUMO: izračun dinamične obremenitve elektroprovodov

SURS	Statistični urad Republike Slovenije
SZP	stisnjen zemeljski plin (angl. Compressed Natural Gas, CNG)
TE	termoelektrarna
TGP	toplogredni plini
UNFCCC	Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja (angl. United Nations Framework Convention on Climate Change)
UNP	utekočinjen naftni plin (angl. Liquefied Petroleum Gas, LPG)
URE	učinkovita raba energije
VE	vetrna elektrarna

Seznam slik

Slika 1: Razdelitev sektorja energetike za oceno podnebne ranljivosti	17
Slika 2: Veriga vplivov podnebnih sprememb za podsisteme energetskega sistema (vir: EUCRA 2024)	20
Slika 3: Ocena glavnih tveganj za podsistem infrastrukture (vir: EUCRA 2024)	21
Slika 4: Shematični prikaz ocene ranljivosti in tveganja po AR5 (GIZ in EURAC, 2017).....	23
Slika 5: Shematični prikaz zaporedja korakov pri izdelavi ocene ranljivosti in tveganja (Smithers in Dworak, 2023).....	24
Slika 6: Matrika za določanje ranljivosti iz občutljivosti in prilagoditvene sposobnosti (Smithers in Dworak, 2023).....	33
Slika 7: Ocenjevalni list pomembnosti posamezne oskrbne verige	37
Slika 8: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige EE.....	37
Slika 9: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Plin.....	38
Slika 10: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Tekoča goriva	39
Slika 11: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Trda goriva	40
Slika 12: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Toplota	41
Slika 13: Relativna pomembnost uteži elementov.....	45
Slika 14: Povezanost uteži elementov	46
Slika 15: Skupna ocena in podsektorske ocene ranljivosti	51
Slika 16: Ogroženost regij zaradi žledu.....	58
Slika 17: Matrika za določane vplivov iz izpostavljenosti in ranljivosti (Smithers in Dworak, 2023)	60
Slika 18: Lestvica za oceno verjetnosti nastopa neke podnebne nevarnosti (Jevšek, 2023)	61
Slika 19: Matrika za določanje tveganja iz obsega vpliva in verjetnosti nastopa nevarnosti.....	61

Seznam preglednic

Preglednica 1: Pregled korakov metodologije za določanje ocene ranljivosti in tveganj	14
Preglednica 2: Posredni in neposredni vplivi za sektor energetike iz ocene tveganj iz leta 2014 (Vir: BF, 2014)	21
Preglednica 3: Energetski nosilci	27
Preglednica 4: Enote za pretvorbo energije	28
Preglednica 5: Energetska infrastruktura	29
Preglednica 6: Oskrba končnih uporabnikov	31
Preglednica 7: Povzetek ključnih podnebnih nevarnosti po pojavnosti in vplivu za Slovenijo	32
Preglednica 8: Ocena uteži energetskih nosilcev	42
Preglednica 9: Ocena uteži elementov podsektorja električna energija	42
Preglednica 10: Ocena uteži elementov podsektorja plin	43
Preglednica 11: Ocena uteži elementov podsektorja trda goriva	43
Preglednica 12: Ocena uteži elementov podsektorja tekoča goriva	44
Preglednica 13: Ocena uteži elementov podsektorja toplota	44
Preglednica 14: Ocene ranljivosti elementov in pomembnosti nevarnosti	47
Preglednica 15: Ocena izpostavljenosti sektorja energetika posameznim nevarnostim	48
Preglednica 16: Ocene ranljivosti, izpostavljenosti in vpliva	49
Preglednica 17: Rangi ranljivosti, izpostavljenosti in vpliva	50
Preglednica 18: Podnebni scenariji	52
Preglednica 19: Sprememba uteži nevarnosti po scenariju RCP 8.5	54
Preglednica 20: Sprememba izpostavljenosti elementov po scenariju RCP 8.5	55
Preglednica 21: Izpostavljenost poplave	56
Preglednica 22: Izpostavljenost plazovi	57
Preglednica 23: Izpostavljenost žled, moker sneg	57
Preglednica 24: Izpostavljenost neurje	58
Preglednica 25: Izpostavljenost vročina, visoke temperature	59
Preglednica 27: Potencialni vplivi: poplave in plazovi	60
Preglednica 28: Potencialni vplivi: žled, moker sneg	60
Preglednica 29: Potencialni vplivi: neurje	60
Preglednica 30: Potencialni vplivi: vročina	60
Preglednica 31: Določanje verjetnosti in ocena tveganja	61

1 Izhodišča

1.1 Uvod

Ocena podnebne ranljivosti in tveganj predstavlja temeljni korak v procesu prilagajanja na podnebne spremembe, saj omogoča pridobitev ključnih informacij za oblikovanje proaktivnih in sektorsko prilagojenih ukrepov. V literaturi je mogoče najti različne pristope k ocenjevanju, pri čemer Smernice Evropske Komisije (EK, 2023) poudarjajo, da mora biti ocena utemeljena na najnovjših znanstvenih podatkih, z namenom prepoznati posebej ranljive skupine, infrastrukturo in sektorje ter podpreti strateške usmeritve prilagajanja.

Metodološko izhodišče predstavlja peto poročilo IPCC (IPCC AR5, 2014), pri čemer je zaradi odprtih vprašanj priporočljivo redno posodabljanje ocen. Ocena tveganj temelji na analizi nevarnosti in njihovih posledic za ljudi, premoženje, okolje in sredstva za preživetje. Uporabna referenca je tudi poročilo EEA (2023), ki podaja pregled podnebnih tveganj v EU, čeprav ne vsebuje podrobne metodologije, vendar ponuja koristne kazalce in vsebine za posamezne sektorje.

To poročilo obravnava podnebno ranljivost in podnebna tveganja na nacionalni ravni v sektorju energetike. Za osnovo sektorske analize je smiselno vzeti Navodila za pripravo Sektorske ocene podnebne ranljivosti in tveganj na državnem nivoju Biotehniške fakultete (BF, 2024). Navodilo vključuje pripravo ocene v šestih korakih: izbiro podnebnih nevarnosti in tveganj, oceno podnebne ranljivosti, opredelitev scenarijev podnebnih sprememb, oceno izpostavljenosti in potencialnih vplivov, povezanih s podnebjem, oceno podnebnih tveganj in komuniciranje negotovosti. Navodilo je sicer namenjeno vsem sektorjem, pri čemer je za primer energetike smiselno uporabiti specifične, energetiki prilagojene kazalce.

Dodatno podlago za ocenjevanje ponuja nova metodologija po IPCC AR5, zasnovana na priročnikih Smithers & Dworak (2023) in GIZ & EURAC (2017) ter na mednarodnem standardu ISO 14091:2021, ki podajajo strukturiran pristop k ocenjevanju ranljivosti in tveganj ter predstavljajo primerno osnovo za pripravo sektorskih analiz.

1.2 Razlaga osnovnih pojmov

Definiciji vremena in podnebja sta povzeti po razlagi IPCC (npr. IPCC AR5, 2014) in slovarju ZRC SAZU Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša:

- **Vreme** je stanje ozračja oziroma celota zračnih pojavov v krajšem času nad določenim krajem;
- **Podnebje** so povprečne vremenske razmere v daljšem obdobju, značilne za določen kraj, območje (*običajno se upošteva povprečje za 30 let*).

Definicije spodaj navedenih pojmov so povzete po Navodilih za pripravo sektorske ocene podnebne ranljivosti in tveganj na državni ravni (BF, 2025).

Nevarnost (angl. Climate-related hazards ali Hazards) je opredeljena kot možnost pojava s podnebjem povezanega dogodka ali trenda, ki lahko povzroči izgubo življenja, poškodbe ali druge vplive na zdravje, škodo in izgubo premoženja, storitev, infrastrukture, sredstev za preživljanje, ekosistemov in okoljskih virov. V poročilih IPCC se izraz podnebna nevarnost (angl. Climate-related hazards) običajno nanaša na s podnebjem povezane dogodke ali trende ali njihove vplive. V okviru ocene podnebnega tveganja se predpostavlja, da je nevarnost zunanji dejavnik, ki ni odvisen od izpostavljenosti ali ranljivosti in nanj ni mogoče vplivati s prilagoditvenimi ali drugimi ukrepi.

Tveganje (angl. Risk) je možnost škodljivih posledic podnebnih sprememb za družbo ali ekosisteme in je v kontekstu podnebnih sprememb odvisno od ranljivosti sistema. Po metodologiji AR5 je tveganje

posledica medsebojnega delovanja ranljivosti, izpostavljenosti in nevarnosti. Običajno na sistem vpliva več kot eno podnebno tveganje. Pri tveganju je izid negotov, zato je treba upoštevati tudi negotovost.

Ranljivost (ang. Vulnerability) je stopnja podvrženosti in neodpornosti sistema na negativne vplive podnebnih sprememb, vključno z ekstremnimi vremenskimi dogodki, in neodpornostjo nanje. Predstavlja skupni rezultat dveh dejavnikov:

- **Občutljivosti** (ang. Sensitivity), ki je stopnja pozitivnega ali negativnega odziva sistema ali vrste na podnebne spremembe. Učinek je lahko neposreden (na primer sprememba donosa pridelka zaradi spremembe povprečja, razpona ali spremenljivosti temperature) ali posreden (na primer poškodbe, ki jih povzroči povečanje pogostosti obalnih poplav zaradi dviga morske gladine). V visoko občutljivem sistemu lahko že majhne spremembe povzročijo velike učinke;
- **Prilagoditvene sposobnosti** (ang. Adaptive capacity), ki je sposobnost sistemov, institucij, ljudi in drugih organizmov za zmanjšanje morebitne škode, izkoriščanje priložnosti ali odzivanje na posledice.

Izpostavljenost (angl. Exposure) je stopnja, do katere je sistem (človeški ali naravni) na nekem območju pod vplivom podnebne spremenljivosti in sprememb. Nanaša se na prisotnost ljudi, ekosistemov in vrst, gospodarskih, socialnih in kulturnih dobrin, infrastrukture ter storitev na območjih, ki bi lahko bila prizadeta, na primer na poplavnih območjih.

Vplivi (angl. Impacts) so posledice udejanjenih tveganj za naravne in človeške sisteme, kjer so tveganja posledica interakcij nevarnosti, povezanih s podnebjem (vključno z ekstremnimi vremenskimi oziroma podnebnimi dogodki), izpostavljenosti in ranljivosti. Vplivi se na splošno nanašajo na učinke na življenje, preživetje, zdravje in dobro počutje, ekosisteme in vrste, gospodarske, družbene in kulturne dobrine, storitve (vključno z ekosistemskimi storitvami) in infrastrukturo. Vplivi so posledice ali izidi in so lahko škodljivi ali koristni. Pri razlikovanju med nevarnostjo in vplivom si pomagamo z vprašanjem, ali lahko z določenimi ukrepi neposredno vplivamo na obravnavani dejavnik – če lahko, gre za vmesni vpliv in ne za nevarnost. Pri opisu obeh uporabljamo besedišče, ki nakazuje težavo (na primer namesto izraza 'temperatura' uporabimo izraz 'previsoke temperature').

1.3 Opis sektorja energetike

Energetika predstavlja enega ključnih stebrov gospodarskega in družbenega razvoja v Sloveniji. Tako kot številne druge države se tudi Slovenija sooča z izzivi zagotavljanja zanesljive, trajnostne in konkurenčne oskrbe z energijo. Sektor energetike je mogoče razčleniti na različne načine, glede na izbrane kriterije in način razumevanja njegove vloge. Členitev sektorja je pomembna za boljše razumevanje njegove strukture ter vloge posameznih virov in njihovih vplivov na okolje, gospodarstvo in prebivalstvo. Za potrebe izdelave ocene podnebne ranljivosti in tveganj smo se ob upoštevanju metodologije za določanje ocene podnebne ranljivosti in tveganja odločili za delitev slovenskega energetskega sektorja na »energetske nosilce,« ki jim lahko skozi ves proces določanja ranljivosti in tveganj dosledno sledimo ter na tej osnovi pripravimo tudi učinkovite ukrepe. Sektor energetike zajema širok nabor podsistemov in enot, zato je ključna strukturirana in konsistentna obravnava vsakega segmenta, v skladu z metodologijo IPCC AR5 in nacionalnimi navodili (BF, 2024). Spodaj podajamo predlog sistematičnega okvirja, ki ga bomo uporabili pri pripravi sektorske ocene podnebne ranljivosti in tveganj.

Po metodologiji AR5 se bo nato za vsak opisani podsistem uporabilo šest korakov za določanje ocene ranljivosti in tveganj (preglednica 1).

Preglednica 1: Pregled korakov metodologije za določanje ocene ranljivosti in tveganj

Korak	Opis koraka
1. Identifikacija nevarnosti	Določitev ključnih vremenskih in podnebnih pojavov, ki vplivajo na posamezen podsistem (npr. poplave za bencinske črpalke, suše za hidroelektrarne, žled, moker sneg za DV).
2. Ocena ranljivosti	Kombinacija občutljivosti (starost, konstrukcija, odpornost) in prilagoditvene sposobnosti (rezervne poti, obnovitveni načrti, redundanca, digitalizacija).
3. Scenariji podnebnih sprememb	Uporabimo nacionalne scenarije RCP (RCP 4.5, RCP 8.5), kjer je možno, s poudarkom na specifičnih nevarnostih za ta podsistem.
4. Ocena izpostavljenosti	Geografska lega, okoljska umeščenost, dostopnost, nadmorska višina itd. – uporabimo GIS, če je možno.
5. Ocena tveganj	Kombiniramo zgornje – pripravimo tabelo z regijami ali podsistemi, razvrščenimi po ravni tveganja.
6. Komunikacija negotovosti	Zabeležimo vrzeli v podatkih, modelih, negotovosti o obnašanju ob ekstremih itd.

2 Razdelitev sektorja energetike za oceno podnebne ranljivosti

Sektor energetike v Sloveniji predstavlja kompleksen sistem medsebojno povezanih procesov, naprav in infrastrukture, ki omogočajo oskrbo prebivalstva, industrije in javnega sektorja z različnimi oblikami energije. V okviru priprave sektorske ocene podnebne ranljivosti in tveganj v tem poročilu obravnavamo vse ključne člene energetske verige, razdeljene v funkcionalne podsisteme. Predlagana delitev sektorja energetike izhaja iz ideje, da je za oskrbo končnih uporabnikov energije (kot so gospodinjstva in podjetja) treba zagotoviti zanesljivo delovanje vseh členov oskrbnih verig, torej od pretvorbe primarnih virov oziroma uvoza in transporta do neposredne oskrbe uporabnikov. Z vidika uporabnika je namreč enako problematična prekinitev ali okvara kateregakoli člana oskrbne verige, in to za vsak energent, ki ga uporablja. V prvi fazi smo tako ocenili ranljivost posameznih enot oziroma segmentov celotnega sistema in podnebna in okoljska tveganja, povezana z njimi. V drugi fazi smo ocenili pomembnost (utež) posamezne enote oziroma segmenta z vidika zagotavljanja oskrbe vseh končnih uporabnikov energije. V končni fazi smo sektorsko oceno podnebne ranljivosti in tveganj v energetiki izračunali na podlagi ranljivosti posameznih enot in njihove pomembnosti. V nadaljevanju je predstavljena uporabljena struktura sektorja energetike.

2.1 Energetski nosilci

Slovenski energetski sistem temelji na več vrstah nosilcev energije, ki imajo različno infrastrukturo in stopnjo ranljivosti in so navedeni spodaj.

- **Električna energija:** domača proizvodnja vključuje obnovljive vire (hidro, veter, sonce) ter jedrske in termoelektrarne. Slovenski elektroenergetski sistem je dobro povezan s sosednjimi sistemi, kar omogoča uvoz in izvoz električne energije ter čezmejno zagotavljanje sistemskih storitev (npr. rezerv).
- **Plin:** zemeljski plin kot uvožen energent, distribuiran prek visoko- in srednjetačnega plinovodnega omrežja; pomemben v industriji in daljinskem ogrevanju; infrastruktura zemeljskega plina bo osnova za dolgoročen prehod na oskrbo z vodikom in plini obnovljivega izvora (bioplina, lesni plin, P2G). Z vidika končnih uporabnikov se uporablja še stisnjen zemeljski plin (SZP) in utekočinjen naftni plin (UNP).
- **Tekoča goriva:** nafta in njeni derivati (kurilno olje, dizel, bencin) se distribuirajo prek skladišč in bencinskih servisov; pomembni za mobilnost, ogrevanje in rezervne sisteme.
- **Trdna goriva:** vključujejo premog / lignit in lesno biomaso (drva, sekanci, peleti), ki se uporabljajo v termoelektrarnah in v individualnem, lokalnem in daljinskem ogrevanju.
- **Toplota:** predstavlja sisteme daljinskega ogrevanja.

2.2 Enote za pretvorbo in pridobivanje energije iz primarnih virov ter uvoz energentov

Pretvorbo primarne energije v uporabne oblike ter uvoz zagotavljajo različne naprave in sistemi (navedeni spodaj):

- **električna energija:**
 - elektrarne (jedrska, termo, hidro, vetrne, fotonapetostne, elektrarne na fosilne vire ter ostale elektrarne na OVE),
 - uvoz električne energije;
- **plin:**
 - uplinjevalniki, sistemi za pretvorbo električne energije v plin, tudi vodik (P2G),
 - uvoz plina (zemeljski plin, UNP);
- **tekoča goriva:**
 - sistemi za pretvorbo električne energije v tekoča goriva (P2x),
 - uvoz tekočih goriv;

- **trda goriva:**
 - izkop lignita,
 - priprava drv, sekancev, peletov,
 - uvoz trdih goriv;
- **toplota:**
 - toplarne/termoelektrarne,
 - soproizvodnja toplotne in električne energije (SPTe),
 - kotlovnice (industrija, daljinsko ogrevanje),
 - sistemi za zajem odvečne toplote toplotne črpalke (lokalna pretvorba električne energije v toploto).

2.3 Energetska infrastruktura

Infrastruktura obsega omrežja in naprave, ki omogočajo prenos in distribucijo energije (navedeni spodaj):

- **električna energija:**
 - elektroenergetsko prenosno omrežje,
 - elektroenergetsko distribucijsko omrežje;
- **plin:**
 - plinsko prenosno omrežje (zemeljski plin),
 - plinsko distribucijsko omrežje (zemeljski plin);
- **tekoča goriva:**
 - centralna skladišča,
 - transportna infrastruktura (ceste, železnica)¹;
- **trda goriva:**
 - centralna skladišča, silosi,
 - transportna infrastruktura (ceste, železnica);
- **toplota:**
 - toplovodno omrežje (sistemi DO).

2.4 Sistemi za distribucijo in oskrbo končnih uporabnikov

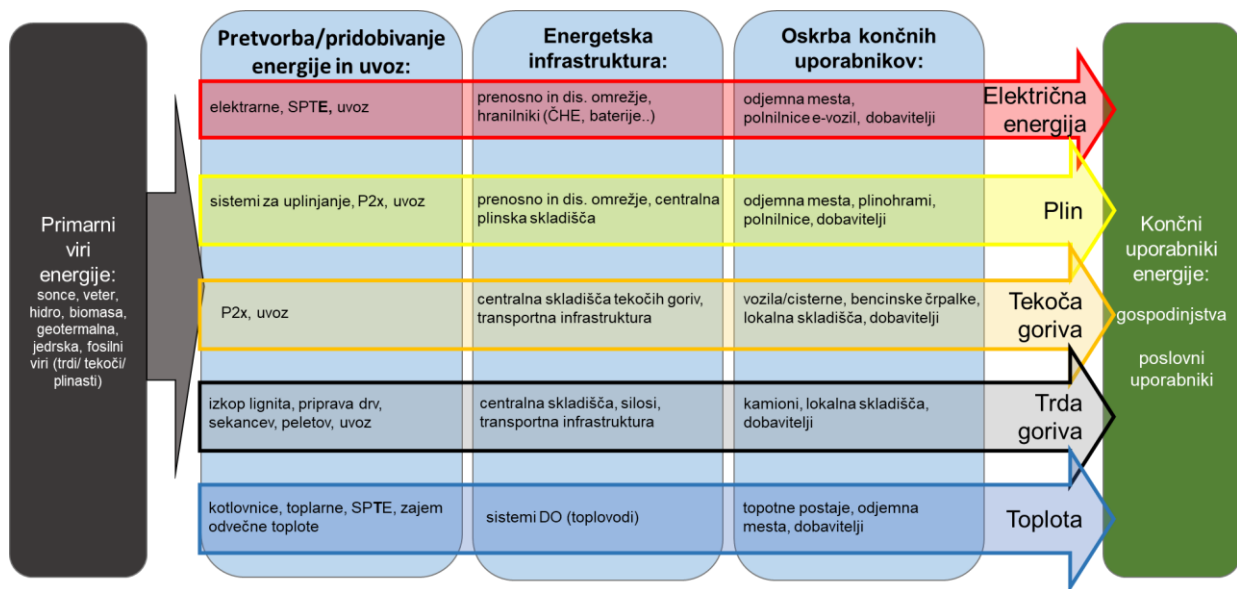
Zadnji člen verige vključuje elemente, kjer energija pride do uporabnika (navedeni spodaj):

- **električna energija (EE):**
 - odjemna mesta EE,
 - E-polnilnice,
 - dobavitelji EE;
- **plin:**
 - odjemna mesta plina,
 - plinohrami (lokalni plinohrami v Sloveniji: SZP, UNP),
 - plinske polnilnice;
- **tekoča goriva:**
 - vozila, cisterne,
 - bencinske črpalke,
 - lokalna skladišča tekočih goriv,
 - dobavitelji tekočih goriv;
- **trda goriva:**
 - vozila / kamioni,

¹ Za SZP in UNP se uporablja (transportna) infrastruktura, kot za tekoča goriva.

- lokalna skladišča trdih goriv,
- dobavitelji trdih goriv;
- **toplota:**
 - toplotne postaje,
 - odjemna mesta toplote,
 - dobavitelji toplote.

Grafični prikaz razdelitve sektorja energetike za oceno podnebne ranljivosti je podan na Sliki 1.



Slika 1: Razdelitev sektorja energetike za oceno podnebne ranljivosti

3 Glavne sektorske politike in zakonodaja, povezana s podnebnimi spremembami

3.1 Nacionalna zakonodaja, povezana s podnebnimi politikami

Slovenija je julija 2025 sprejela *Podnebni zakon*, ki v svojem prvem členu med drugim določa strategije, načrte in organizacijo ukrepanja na področju podnebnih sprememb, ukrepe za zmanjševanje emisij TGP v sektorjih, ki niso vključeni v sistem trgovanja, izvajanje sistema trgovanja s pravicami do emisije toplogrednih plinov za upravljavce naprav, operatorje zrakoplovov, ladjarske družbe in regulirane subjekte (v nadaljnjem besedilu: sistem trgovanja), izvajanje sistema za spremljanje in poročanje o emisijah toplogrednih plinov, ekonomske in finančne instrumente, pravila ravnanja s fluoriranimi plini in z ozonu škodljivimi snovmi, evidence in poročanje ter izvajanje mehanizma za ogljično prilagoditev na mejah.

Temeljni cilj zakona je sicer s postopnim zmanjševanjem emisij TGP in povečevanjem ponorov doseči podnebno nevtralnost najkasneje do leta 2045 ter zmanjšanje ranljivosti in krepitev odpornosti naravnih in družbenih sistemov proti trenutno pričakovanim vplivom podnebnih sprememb na okolje in družbo.

Zakon določa tudi pripravo Dolgoročne podnebne strategije, ki je temeljni dolgoročni razvojni dokument za doseganje ciljev podnebne politike in pripravo Celovitega nacionalnega energetskega in podnebnega načrta RS (NEPN), ki je akcijsko-strateški dokument za načrtovanje energetske in podnebne politike, pri čemer zajema desetletno obdobje ob upoštevanju dolgoročnejshe perspektive.

Zakon določa tudi pripravo Strategije prilagajanja podnebnim spremembam, ki je temeljni dokument za pripravo politik in usmeritev za prilagajanje podnebnim spremembam. Nadalje zakon opredeljuje tudi vsebino Strategije prilagajanja, med katero je tudi ocena podnebnih ranljivosti in tveganj za prednostne sektorje, med katerimi je navedena tudi energetika.

Sicer je krovni dokument na področju podnebnih sprememb *Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije* (ReDPS50 2021), ki je takrat za cilj postavila doseganje podnebne nevtralnosti najkasneje do leta 2050. Strategija je sicer zajela ter analizirala tudi področje energetske učinkovitosti, obnovljivih virov energije ter oskrbo z energijo, vendar so se podnebni cilji in politike od sprejetja dokumenta zaostri. Strategija vsebuje tudi poglavje o prilagajanju na podnebne spremembe, kjer povzema še zmeraj veljavni Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam iz leta 2016, ki ga bo nadomestila oziroma posodobila Strategija prilagajanja (v pripravi).

3.1.1 Kratak povzetek glavnih sektorskih politik povezanih s podnebnimi spremembami

Krovni dokument na področju energetike in podnebja v Sloveniji je Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt (NEPN), ki ga je skladno z *Uredbo EU 2018/1999 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov* dolžna sprejeti vsaka članica EU. Sprejetje NEPN-a je skladno tudi s prejšnjim Energetskim zakonom (EZ-1) ter danes s Podnebnim zakonom. NEPN je akcijsko strateški dokument, ki za naslednje desetletno obdobje (s pogledom za 20 let) določa cilje, politike in ukrepe na petih razsežnostih energetske unije in sicer:

- razogljičenje (emisije TGP in OVE),
- energetska učinkovitost,
- energetska varnost,
- notranji trg ter
- raziskave, inovacije in konkurenčnost.

Ključni cilji, ki jih vsebuje *Posodobljeni Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije* (NEPN 2024) so:

- znižanje skupnih emisij toplogrednih plinov za vsaj 55 % do leta 2033, od tega za 28 % v sektorju ne-ETS,
- zvišanje deleža obnovljivih virov energije na vsaj 33 % v končni rabi energije do leta 2030,
- izboljšanje energetske učinkovitosti, da raba končne energije ne bo preseгла 50,2 TWh, kar pomeni zmanjšanje za 11 % glede na referenčni scenarij 2020,
- zmanjšanje rabe končne energije v stavbah za 15 % do leta 2030 glede na leto 2020,
- izstop iz premoga najkasneje do leta 2033 s pravočasno zagotovitvijo diverzifikacije virov,
- povečanje vlaganj v raziskave in razvoj na najmanj 3,5 % BDP, od tega 1,25 % BDP javnih sredstev do leta 2030.

Na področju podnebnih sprememb se NEPN osredotoča na blaženje podnebnih sprememb, t.j. zmanjševanje emisij TGP. Dokument se dotika tudi podnebne ranljivosti in prilagajanja. Med ključnimi cilji razsežnosti razogljičenja NEPN navaja zmanjšanje izpostavljenosti vplivom podnebnih sprememb in tveganju podnebno pogojenih nesreč ter občutljivosti in ranljivosti Slovenije zanje in s tem krepitev podnebne odpornosti in prilagoditvenih sposobnosti družbe. Med ukrepi iz področja prilagajanja navaja tudi potrebo po izdelavi študij ranljivosti po sektorjih. Kot priloga 3 je v NEPN-u izveden screening oz. pregled ukrepov, ki so potencialno izpostavljeni podnebnim grožnjam in so podnebno ranljivi. Pregled je bil izveden skladno z metodologijo, opisano v Smernicah organa upravljanja za krepitev podnebne odpornosti in infrastrukture v obdobju 2021-2027. Med identificiranimi ukrepi so bili kot najbolj podnebno ranljivi prepoznani ukrepi, ki vključujejo načrtovanje objektov in

infrastrukture in je zanje, ko bo znana lokacija, potrebno izvesti natančno oceno ranljivosti in sprejeti prilagoditvene ukrepe na izvedbeni ravni.

3.2 Specifike sektorja energetike v kontekstu podnebnih sprememb

Celoten sektor energetike oz. sektor rabe energije ostaja glavni vir emisij TGP v Sloveniji in je v letu 2022 prispeval kar 79,3 % vseh emisij toplogrednih plinov. Glede na leto 1986 so se emisije v tem sektorju zmanjšale za skoraj 25 %. Glede na leto 2008 so močno narasle emisije toplogrednih plinov v sektorju prometa, in sicer kar za 200 %.

Sektor energetike je trenutno v prehodu k čistejšim virom energije in k zmanjšanju emisij TGP v skladu z mednarodnimi in domačimi zavezami. Velik izziv predstavlja vključevanje obnovljivih virov energije in uvajanje novih tehnologij. Na prvem mestu ostaja vodilo izboljšanje učinkovitosti rabe energije.

Od energetike so odvisni številni gospodarski sektorji. Spreminjajoče se podnebje in ekstremni vremenski dogodki motijo energetska varnost in ogrožajo energetska infrastrukturo. S tem je energetska sistem ranljiv na podnebne spremembe, zato so ukrepi za krepitev odpornosti ter prilagoditev sistema na pričakovane spremembe nujni.

3.3 Morebitni učinki, ki so jih podnebne spremembe že imele na sektor energetike

Med pomembne ekstremne vremenske dogodke, ki so v obdobju zadnjih let oz. desetletij vplivali na slovensko energetiko lahko izpostavimo naslednje:

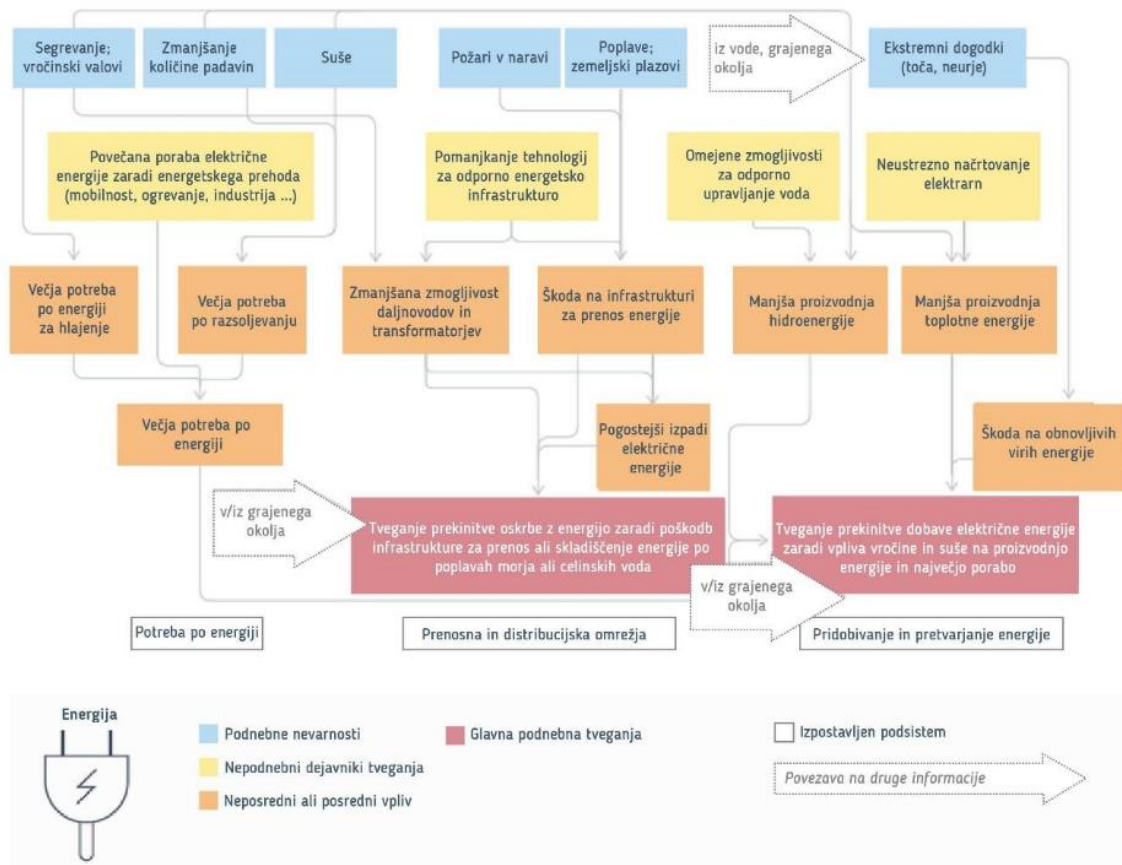
1. Žledolom, januar in februar 2014. Žled je povzročil veliko škodo na gozdovih, elektroenergetskem omrežju in prometni infrastrukturi. Ujma je ohromila življenje po celi državi, zaprte so bile šole, podjetja, številni so ostali brez elektrike. Ocenjujejo, da je brez oskrbe z električno energijo ostalo 153.400 gospodinjstev oziroma približno 350.000 oseb (FDV 2014). Sanirati je bilo potrebno 1573 km distribucijskega elektroenergetskega omrežja (22 km VN, 917 km SN in 634 NN), 24.755 drogov, 145 transformatorskih postaj in 52 km prenosnih elektroenergetskih daljnovodov. Škoda na distribucijskem elektroenergetskem omrežju je znašala 68,6 milijonov evrov², škoda na prenosnem elektroenergetskem omrežju je bila ocenjena na 12 milijonov evrov;
2. Požar na Krasu, julij 2022. Šlo je za največji požar v zgodovini samostojne Slovenije. Prizadetih je bilo okrog 2000 hektarjev. Skupno je nastalo za skoraj 27 milijonov evrov škode. Škoda v energetiki je bila ocenjena na 257 000 EUR;
3. Močno neurje z dežjem in vetrom, zemeljskimi plazovi julij 2023; poškodovana energetska infrastruktura, številni prebivalci so ostali brez elektrike (predvsem podrta drevesa so povzročala izpade električne energije);
4. Poplave, avgust 2023. Poplave so prizadele dve tretjini Slovenije, poplavljeni in uničeni so bili prometna in energetska infrastruktura, številni so ostali brez elektrike, uničeni so bili daljnovodi in transformatorske postaje.

3.4 Že pripravljene ocene ranljivosti in tveganj za sektor energetike

V letu 2024 je EEA objavila študijo *European Climate Risk Assessment* (EUCRA, slov. Ocena podnebnega tveganja za Evropo). Tveganja so ocenjena glede na verjetnost tveganja, politike (čas in ukrepanje), pripravljenost politik in prevzem odgovornosti za tveganja. Celotna analiza sicer ni narejena skladno z metodologijo AR5, ki jo bomo uporabili pri naši oceni podnebnih tveganj in ranljivosti, a vsebuje njene

²Havarija na distribucijskem omrežju v času pojava žledu med 30. januarjem in 10. februarjem 2014: analiza poteka, posledic in predlog ukrepov za zmanjševanje ranljivosti omrežja na vremenske vplive in zagotovitev boljšega ukrepanja, SODO, december 2014.

elemente in pristope ter naslavlja isto tematiko (nekoliko širše). EUCRA je sledila sistematičnemu procesu ocene tveganj, s čimer so identificirali in analizirali največja podnebna tveganja za Evropo in področja ukrepanja. Proces je bil sestavljen iz analize verjetnosti tveganja in analize politik. Poročilo je zajelo 36 podnebnih tveganj za Evropo, ki so jih razdelili v pet skupin, in sicer: ekosistemi, hrana, zdravje, infrastruktura in gospodarstvo ter finance. Južno Evropo, kamor sodi tudi Slovenija, so identificirali kot »vročo točko« za podnebna tveganja, pri čemer so posebej izpostavili vročino in obdobja daljše suše. V grozdu oziroma skupini infrastrukture je bila zajeta tudi energetika. Kot podnebna tveganja za energetske sistem poročilo EUCRA navaja povečano potrebo za hlajenje, regionalno zmanjšanje potenciala za proizvodnjo iz hidroelektrarn, zmanjšanje učinkovitosti v termoelektrarnah in prenosnem omrežju ter vplive ekstremnih vremenskih pojavov na energetske infrastrukturo. Daljše obdobje suš, ki vplivajo na oskrbo z energijo, v kombinaciji z vročinskimi valovi lahko povzročijo povečanje konice odjema električne energije in preobremenitve sistema, kar lahko privede do izpadov električne energije, predvsem v Južni Evropi. Poplave, nevihte, požari in drugi vremenski pojavi lahko povzročijo škodo v proizvodnji energije in prenosni infrastrukturi in povzročijo motnjo oskrbe z energijo. Glede na to, da je sektor energetike pomemben za domala vse aktivnosti današnje družbe, ima velik vpliv na vse sektorje; posebej sta poudarjena vpliv na zdravstvo in dobro počutje prebivalstva.



Slika 2: Veriga vplivov podnebnih sprememb za podsisteme energetskega sistema (vir: EUCRA 2024)

Table ES.4 Assessment of major risks

Climate risks for 'Infrastructure' cluster	Urgency to act	Risk severity			Policy characteristics		
		Current	Mid-century	Late century (low/high warming scenario)	Policy horizon	Policy readiness	Risk ownership
Pluvial and fluvial flooding	Urgent action needed	+++	+++	++	Long	Medium	Co-owned
Coastal flooding	Urgent action needed	+++	+++	+++	Long	Advanced	Co-owned
Damage to infrastructure and buildings (*)	More action needed	++	++	++	Long	Medium	Co-owned
Energy disruption due to heat and drought (hotspot region: southern Europe)	More action needed	++	++	++	Medium	Medium	Co-owned
Energy disruption due to heat and drought	Further investigation	++	++	+	Medium	Medium	Co-owned
Energy disruption due to flooding	Further investigation	++	++	++	Long	Advanced	Co-owned
Marine transport	Sustain current action	++	++	++	Medium	Medium	Co-owned
Land-based transport	Sustain current action	++	++	++	Medium	Medium	Co-owned

Legends and notes

Urgency to act	Risk severity	Confidence
Urgent action needed	Catastrophic	Low: +
More action needed	Critical	Medium: ++
Further investigation	Substantial	High: +++
Sustain current action	Limited	
Watching brief		

(*) Urgency based on high warming scenario (late century).

Slika 3: Ocena glavnih tveganj za podsistem infrastrukture (vir: EUCRA 2024)

V Sloveniji celovita ocena ranljivosti in tveganj za sektor energetike še ni bila pripravljena. Na ravni države se trenutno, kot podlaga za strategijo prilagajanja, pripravljajo različne sektorske ocene ranljivosti. Sektor energetike je bil obravnavan tudi v končnem poročilu »Podlage za pripravo ocene tveganj in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo« (BF, 2014). Poročilo je bilo podlaga za pripravo še vedno veljavnega Strateškega okvirja prilagajanja podnebnim spremembam. Poročilo zajema sektorske posredne in neposredne vplive podnebnih sprememb. Metodologija, ki ji je sledilo poročilo, bolj sledi AR4 metodologiji, zastarele pa so tudi informacije o podnebnih trendih (BF, 2014). Zato je treba metodologijo posodobiti na AR5 in uporabiti RCP scenarije.

Preglednica 2: Posredni in neposredni vplivi za sektor energetike iz leta 2014 (Vir: BF, 2014)

Podnebne spremembe	Posredni vplivi	Neposredni vplivi
višje temperature	<ul style="list-style-type: none"> zelo povečana potreba po hlajenju poleti, nekoliko zmanjšana po ogrevanju pozimi 	<ul style="list-style-type: none"> motnje v oskrbi z energijo, preobremenitev omrežja, pregrevanje opreme, manjše povpraševanje po energentih, zmanjšanje motenj v proizvodnji in prenosu energije v hladnem vremenu
manjša količina padavin poleti	<ul style="list-style-type: none"> znižanje pretoka rek poleti, suha poletja povečajo tveganje za pogrezanje, stavbe postanejo ranljive za poškodbe ali podrtje, povečane potrebe po vodi in večja tekmovalnost z ostalimi večjimi porabniki 	<ul style="list-style-type: none"> motnje v oskrbi z energijo in njeno proizvodnjo, zlasti hidroenergijo, spremenbe v zagotavljanju oskrbe z vodo, zlasti za hlajenje energetskih objektov
povečana pogostost in intenziteta ekstremnih količin padavin	<ul style="list-style-type: none"> povečano tveganje za poplavljanje energetske infrastrukture, povečana pogostost razlitja zajezenih voda 	<ul style="list-style-type: none"> izpadi pri oskrbi z energijo, problemi v družbi in gospodarstvu, ogrožena lastnina
spremenjena povprečna letna količina padavin	<ul style="list-style-type: none"> spremenjeni pretoki rek 	<ul style="list-style-type: none"> spremenjena proizvodnja elektrike v hidroelektrarnah, težave z oskrbo z vodo za hlajenje objektov
spremenbe v oblačnosti in sončnem sevanju	<ul style="list-style-type: none"> spremenbe v času osvetljevanja stavb, večji potencial sončne energije poleti 	<ul style="list-style-type: none"> spremenbe v vzorcih porabe in proizvodnje boljši izkoristek fotovoltaike
skupni vplivi povečane vsebnosti CO ₂ , temperature, padavin in ekstremov	<ul style="list-style-type: none"> spremenbe potenciala za gojenje rastlin za biogoriva (spreminjanje vegetacijskih/rastnih vzorcev) 	<ul style="list-style-type: none"> povečanje količine nekaterih in zmanjšanje drugih vrst biogoriv, manjša konkurenčnost biogoriv in vpliv na subvencije
dvig morske gladine	<ul style="list-style-type: none"> poplavljanje transportnih povezav — npr. Luka Koper, 	<ul style="list-style-type: none"> omejitve pri dostopu in dostavi goriva,

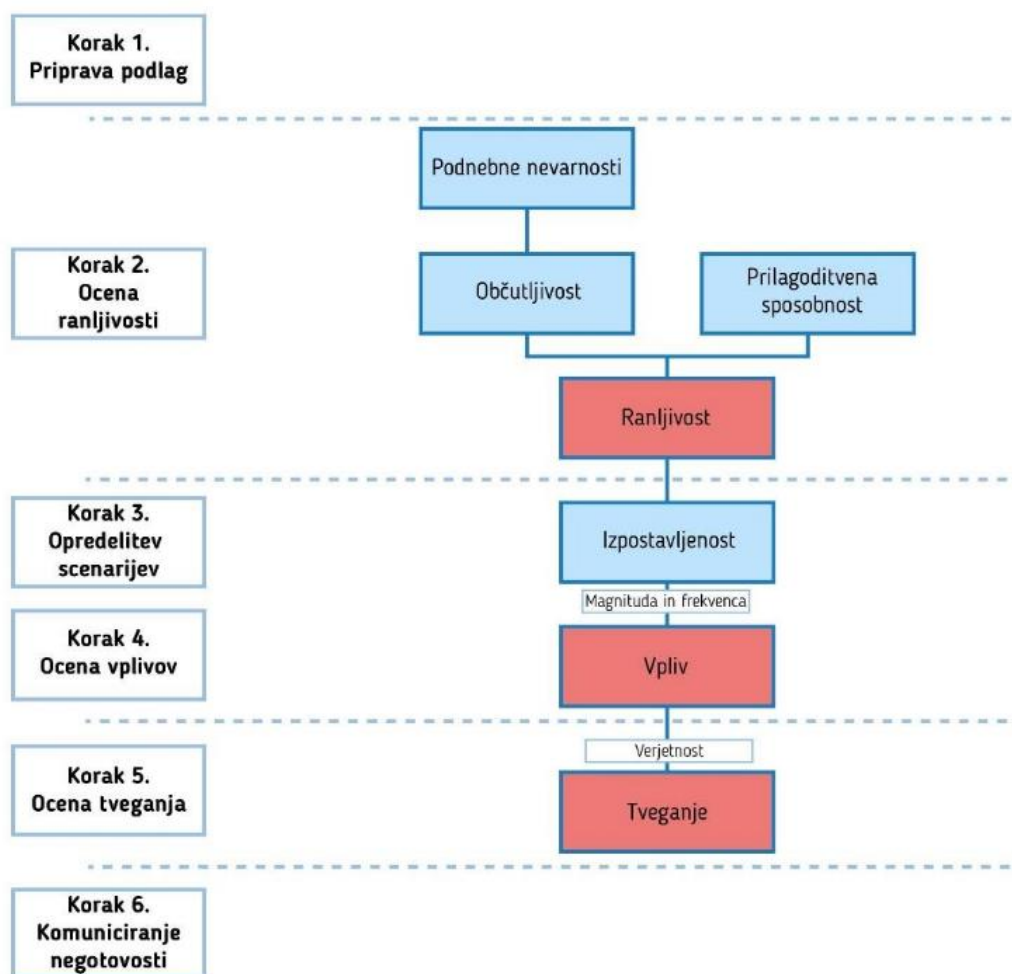
	<ul style="list-style-type: none"> vpliv na načrtovanje, gradnjo in življenjsko dobo inštalacij po/ob morju 	<ul style="list-style-type: none"> možne spremembe pri določenih delih inštalacij po/ob morju
spremembe v hitrosti vetra, pogostosti in intenzivnosti neviht	<ul style="list-style-type: none"> večja možnost poškodovanja energetske infrastrukture, spremembe v potencialu vetrne energije 	<ul style="list-style-type: none"> spremembe v proizvodnji vetrne energije, poškodbe vetrnih elektrarn, motnje v oskrbi z energijo

Nekatera slovenska energetska podjetja že vključujejo ukrepe za zmanjševanje ranljivosti na vplive podnebnih sprememb v svoje razvojne načrte. Kot primer dobre prakse v nadaljevanju navajamo ukrepe in aktivnosti podjetij ELES, NEK in HSE.

ELES v razvojnem načrtu prenosnega elektroenergetskega sistema in razvojnem načrtu distribucijskega elektroenergetskega sistema za obdobje 2023-2032 navaja, da je nujno zagotoviti varno in zanesljivo obratovanje prenosnega in distribucijskega sistema, ki bo v največji možni meri neodvisno od ekstremnih vremenskih in naravnih pojavov. V dolgoročnem strateškem načrtu za obdobje 2021-2025 ima ELES zastavljen strateški cilj »Zagotavljanje odpornosti prenosnega sistema na klimatske spremembe,« katerega namen je, da bodo v prihodnosti načrtovanje, vzdrževanje in obratovanje prenosnega elektroenergetskega sistema zagotavljali kar najvišjo raven odpornosti na vremenske pojave. ELES med nujnimi aktivnostmi omenja identifikacijo ekstremnih vremenskih pojavov na območju Slovenije in izdelavo karte ranljivosti prenosnega elektroenergetskega sistema ter gibanja ekstremnih pojavov v prihodnosti. Nato je treba posledice vpliva podnebnih sprememb vključiti v načrtovanje, vzdrževanje in obratovanje. Ob tem dodajajo še, da večina sistemskih operaterjev prenosnega elektroenergetskega sistema po svetu šele začenja vključevati ekstremne vremenske pojave v načrtovanje prenosnih omrežij.

NEK prilagaja svoje delovanje glede na kratkoročne in pričakovane dolgoročne podnebne spremembe. Kot navajajo v letnem poročilu (Letno poročilo 2024), za učinkovito obratovanje NEK med najpomembnejše zunanje vplive spadajo razmere reke Save. Pretok in temperatura reke določata učinkovitost tehnoloških procesov v elektrarni. Glede na projekcije ARSO se v prihodnosti pričakuje porast povprečne temperature Save, znižanje povprečnega pretoka in povečanje ekstremnih dogodkov tako nizkih kot tudi, manj pogosto, visokih pretokov. V NEK so zaradi pogostejšega pojavljanja zelo nizkih pretokov Save že dogradili dodaten hladilni stolp, kar omogoča obratovanje na polni moči, tudi takrat, ko so pretoki Save manjši. Ponovili so tudi analizo poplavne varnosti in poplavno varnost izboljšali z zviševanjem nasipov pri elektrarni ob Savi. Poleg tega so zagotovili možnost dodatne zaščite nuklearnega dela elektrarne s protipoplavnimi vrati in pregradami. Kot navajajo v poročilu so določili nova merila za odpornost opreme in naprav na ekstremno nizke in visoke temperature ozračja, ponovno so analizirali vpliv žleda na varnost in zanesljivost obratovanja elektrarne. Izvedli so analizo možnih razelektritev v ozračju in pripravili projekt izboljšanja strelvodne zaščite zgradb, sistemov in naprav. Analizirali so tudi pojav toče (verjetnost, obseg in velikost) in začeli pripravljati ukrepe za povečanje odpornosti na ekstremno točo. Zaradi pogostejšega pojavljanja nizkih pretokov bo pripravljena še dodatna študija izvedljivosti nadgradnje hladilnih stolpov za boljšo učinkovitost.

HSE izpostavlja, da so tveganja spremenjenih hidroloških režimov in ekstremnih dogodkov za hidroelektrarne obvladljiva in da se nanje že aktivno odzivajo, predvsem z upoštevanjem vse tehniške, okoljske in druge relevantne zakonodaje, določb koncesijskih pogodb in tudi z zavarovalnimi produkti. Ugotavljajo, da so ključna tveganja na hidrološkem področju dobro prepoznana in so že predmet izvedenih ali načrtovanih prilagoditvenih ukrepov. Sodobni hidroenergetski objekti so zasnovani za varno obratovanje tudi v pogojih spremenjenih hidroloških ekstremov. Izvajajo oz. pripravljajo se ukrepi za izboljšanje protipoplavnih ureditev, nadgradnje varnostnih sistemov, optimizacija obratovalnih režimov, digitalno napovedovanje pretokov in modernizacija opreme. Poudarjajo, da so tveganja obvladljiva skozi tehnične in organizacijske ukrepe, ki so že v izvajanju ali so načrtovana.



Slika 5: Shematični prikaz zaporedja korakov pri izdelavi ocene ranljivosti in tveganja (Smithers in Dworak, 2023)

Podrobni opis z natančnimi koraki priprave ocene je podan v navodilih, ki jih je pripravila Biotehnična fakulteta. Glede na to, da se v Sloveniji s sektorsko oceno ranljivosti in uporabo tovrstne metodologije srečujemo prvič, je ta proces za nas tudi proces učenja in prilagajanja metodologije za oceno sektorja energetike. Že v začetni fazi priprave ocene smo se srečevali z vprašanjem delitve sektorja energetike ter regijsko raznolikostjo in razdelitvijo sektorja, saj je Slovenija podnebno zelo raznolika. Hitro se je pojavilo tudi vprašanje stopnje ocene, tj. kako podrobno razčleniti sektor in v kolikšni meri upoštevati regionalno razčlenjenost, saj lahko posplošena ocena za celotno državo poda napačno sliko o ranljivosti posameznega energetskega podsistema v določenem delu države. Pri oceni smo se zavestno odločili za vključevanje strokovnjakov s področja energetike in podnebnih sprememb ter za podajanje ocen po posameznih korakih na podlagi ekspertnih presoj z uporabo matrik in z lastno nadgradnjo metodologije. Prav tako se v tej fazi zavestno nismo odločili za prostorsko analizo (z zemljevidi) tveganj, saj je sektor energetike izrazito linijski (daljnovodi, cevovodi, kablovodi, prometna infrastruktura za dostavo energentov ipd.) in tudi točkovni (elektrarne, transformatorske postaje, skladišča energentov ipd.). Zato smo sektor tudi razdelili ter ocenili ranljivost po posameznih elementih, ne glede na to, kje v Sloveniji se nahajajo. Posebnost energetskega sektorja je tudi to, da lahko kolaps enega samega elementa povzroči velik vpliv na celotni sektor. Vsekakor pa je smotno razmisliti o uporabi kart in zemljevidov v naslednjih korakih za smiselno izbrane elemente in tveganja v sektorju.

4.2 Viri podatkov

Kot že omenjeno zgoraj smo se pri oceni opirali predvsem na navodila Biotehnične fakultete, kjer so navedeni tudi viri podatkov, ki so na voljo predvsem pri Agenciji RS za okolje (ARSO) in v drugih podatkovnih bazah, ki jih imamo v Sloveniji. V času priprave ocene smo tudi ugotovili, da na to temo obstaja le omejena ustrezna strokovna literatura in primeri dobrih praks. Vsa uporabljena literatura je navedena v poglavju 14 »Reference«. Pri pripravi ocene podnebne ranljivosti za sektor energetike smo uporabili tudi znanje ekspertne skupine, kar je opisano v poglavju 4.4 »Izvedba priprave ocene«.

4.3 Pomanjkljivosti in omejitve priprave ocene

S pripravo nacionalne ocene na ravni sektorja energetike se srečujemo prvič. Kljub pripravljenim navodilom in smernicam želimo opozoriti na izhodiščne pomanjkljivosti in omejitve, ki smo jih zaznali pri pripravi ocene.

Pri pregledu literature (še) nismo zasledili uporabnih primerov dobrih praks iz tujine. V večini primerov so predstavljeni le končni rezultati, brez podrobno opisane metodologije in uporabljenih podatkov. Tudi izhodiščna metodologija je zelo splošna in namenjena vsem sektorjem, zato smo jo morali na primeren način nadgraditi. Naš pristop vključuje delitev sektorja na podsektorje in naprej na elemente podsektorjev, oceno ranljivosti posameznih elementov in izračun sektorske ocene na podlagi zbranih podatkov.

Komunikacija s številnimi strokovnjaki je razkrila, da so se s podobnimi problemi pri svojem delu že srečali, toda ocene ranljivosti za posamezna podjetja oziroma organizacije praviloma niso sledila metodologiji opisani v poglavju 4. Zato je bil eden od večjih izzivov priprave ocen tudi ustrezno vrednotenje ekspertnega znanja in njegova aplikacija na razvito metodo.

Ekspertna skupina je bila številčno omejena, toda sodelujoči strokovnjaki so pokrivali ustrezen nabor znanja iz vseh podsektorjev (npr. operaterji prenosnega in distribucijskega elektroenergetskega in plinskega omrežja, strokovnjaki iz proizvodnje in pretvorb energije, regulatorni organi, gospodarstvo, raziskovalne inštitucije, strokovnjaki s področja podnebnih sprememb, predstavniki lokalnih skupnosti, energetske in regionalne razvojne agencije in ostali). Zaradi narave in časovne omejenosti delavnic ekspertne ocene niso bile podprte s poglobljenimi analizami, ki bi temeljile na enoviti in vnaprej pripravljeni metodologiji. Številna ekspertna znanja so izhajala iz uveljavljenih industrijskih in drugih podobnih praks podjetij in organizacij, iz katerih so prihajali eksperti. Zato lahko domnevamo, da vsi eksperti niso izhajali iz istega razumevanja ranljivosti oz. pragov ranljivosti. Upoštevali so svoje industrijske oziroma regulatorne prakse, kar je povzročilo razpon v ocenah. V primeru ponovne priprave ocene podnebne ranljivosti sektorja energetike bo zato smiselno kombinirati ocene ekspertne skupine z rezultati poglobljenih analiz.

Zaradi časovnih omejitev delavnic nekaterih nevarnosti ni bilo mogoče oceniti v okviru ekspertnih skupin. Za posamezne elemente nekatere nevarnosti niso bile ocenjene. Manjkajoče ocene je zaradi časovnih omejitev projekta zagotovila ekspertna skupina IJS-CEU. Tudi v zadnjih korakih osnovne metodologije za oceno podnebne ranljivosti (od ocene ranljivosti elementov naprej) smo uporabljali ekspertno znanje in podajali ekspertne ocene glede na literaturo.

Za posamezne elemente in tveganja smo izdelali podrobno oceno, ki je temeljila na ekspertnem znanju IJS CEU. Za natančnejšo analizo bi veljalo za vsako tveganje za posamezne elemente določiti ustrezne kazalce in njihove mejne vrednosti za podajanje natančnih ocen (uvrstitev v razrede matrike). Tovrstna analiza je obsežna in je v danih časovnih okvirjih ni bilo mogoče izvesti.

Za nekatere ključne nevarnosti (npr. žled in neurje) nimamo ustreznih kazalcev za spremljanje (npr. podatkov ARSO). Za neurje in žled nimamo podnebnih projekcij, kakšne spremembe lahko pričakujemo v prihodnje.

Ocena je pripravljena na nacionalni strateški ravni in eksplicitno ne obravnava različnih (podnebnih) regij, ki se lahko med seboj z vidika podnebnih nevarnosti bistveno razlikujejo. Dokument ne ocenjuje tveganj in ranljivosti za posamezne energetske objekte ali konkretne lokacije v Republiki Sloveniji. Zaradi agregiranih podatkov dokument ne predstavlja ocene ranljivosti konkretnih energetskih objektov oz. projektov, temveč služi kot okvirno izhodišče za nadaljnje raziskave, ki se na konkretni lokaciji in za konkreten element energetskega sektorja lahko bistveno razlikujejo od zaključkov te študije.

4.4 Izvedba priprave ocene

V okviru projekta priprave ocene podnebne ranljivosti za sektor energetike smo se odločili za participativen pristop s širšo skupino strokovnjakov s področja energetike in podnebnih sprememb, s katerimi smo organizirali tri delavnice³:

- prva delavnica je bila namenjena določanju in rangiranju podnebnih nevarnosti,
- druga delavnica je bila namenjena določanju ranljivosti in uteži (pomena) podsektorjev in posameznih elementov,
- tretja delavnica je bila namenjena verifikaciji izvedenega ocenjevanja in seznanitvi članov ekspertne skupine z ugotovitvami.

³ V Prilogi 1 je seznam institucij, katerih predstavniki so bili vključeni v ekspertno skupino.

5 Nevarnosti in tveganja

5.1 Opis in ovrednotenje največjih nevarnosti in tveganj

V Sloveniji je sektor energetike izpostavljen številnim podnebnim nevarnostim, katerih pogostost, intenzivnost ali časovna porazdelitev se zaradi podnebnih sprememb že spreminjajo ali pa se pričakuje, da se bodo spreminjale v prihodnje. V nadaljevanju podajamo sistematičen pregled ključnih vremenskih in podnebnih nevarnosti po posameznih elementih sektorja energetike. Pri tem so prepoznana tveganja, ki jih prinašajo posamezne nevarnosti.

Nevarnosti so bile najprej evidentirane v ožji ekspertni skupini za sektorsko oceno podnebne ranljivosti, pozneje pa je bil seznam dopolnjen na prvi delavnici s širšo skupino strokovnjakov s področja energetike in podnebnih sprememb. V Preglednicah 3, 4, 5 in 6 so zbrani dopolnjeni sezname nevarnosti, razvrščeni glede na vpliv na energetske nosilce in na skupine elementov energetskega sistema: energijske pretvornike, infrastrukturo in oskrbo končnih uporabnikov. Vsaki nevarnosti so pripisana možna tveganja, in kjer je bilo mogoče, tudi kazalci nevarnosti. Med kazalci nevarnosti so zabeleženi vsi predlogi udeležencev delavnice. Nekateri navedeni kazalci sicer še niso na voljo v obliki dejanskih podatkovnih nizov, a gre vsekakor za koristne predloge za spremljanje posameznih nevarnosti. Manjkajoče kazalce, povzete po navodilih za pripravo sektorskih ocen podnebne ranljivosti (BF), smo zapisali v poševni pisavi. Na tej osnovi je bil pripravljen izbor ključnih podnebnih nevarnosti za Slovenijo, ki so navedene v Preglednici 7.

Preglednica 3: Energetski nosilci

Energetski nosilec	Podnebne nevarnosti	Možna tveganja	Kazalci nevarnosti
električna energija (EE)	suše	vpliv na proizvodnjo HE in v JE (hlajenje)	letna rečna bilanca, višina padavin, SPI-3 in SSI (magnituda, pogostost, trajanje)
	vročinski valovi, visoke temperature	povečan odjem za potrebe hlajenja, mehanske poškodbe DV, izklopi	število vročih dni, število dni z vročinskim valom
	vetrolomi	mehanske poškodbe DV	povprečni dnevni največji sunek vetra
	požari	požari v bližini DV	
plin (zemeljski)	plazovi	poškodbe plinovodov, motena dostava	največja dnevna višina padavin, največja petdnevna višina padavin, število dni z več kot 20 ali 50 mm padavin
	poplave	poškodbe plinovodov, motena dostava	verjetnost nastopa velikih pretokov
	vročina	poškodbe plinovodov, motena dostava	
plin (domača proizvodnja P2x, lesni plin, bioplin)	suša	vpliv na vhodno surovino	
	temperaturna nihanja		število dni z vročinskim valom, št. vročih dni, dnevna najvišja temperatura,
	poplave	izpadi zaradi vdora vode	verjetnost nastopa velikih pretokov, dnevna najvišja višina padavin
tekoča goriva	poplave	poplavljenost skladišč in črpalk	največja dnevna višina padavin, največja petdnevna višina padavin, verjetnost nastopa velikih pretokov, število dni z več kot 20 ali 50 mm padavin
	vročina	težja logistika	število dni z vročinskim valom, št. vročih dni, dnevna najvišja temperatura
	snežni zameti	težja logistika	
trdna goriva (premog, biomasa)	sneg	omejena dostava biomase	število dni s snežno odejo
	žled	omejena dostava biomase	
	visoke temperature	samovžigi, poškodbe na silosih	število dni z vročinskim valom, št. vročih dni, dnevna najvišja temperatura
toplota	zmrzal	Porušitev materiala zaradi nepravilno izvedenih cevovodov.	
	vročina, toplotna nihanja	upad količine odvečne toplote	št. vročih dni
	poplave	tehnični izzivi distribuciji toplote	letna rečna bilanca

Preglednica 4: Enote za pretvorbo energije

Pretvornik energije	Podnebne nevarnosti	Možna tveganja	Kazalci nevarnosti
hidroelektrarne (HE)	suše, vročina, nizki pretoki, (ekstremno)	pomanjkanje vode (zaradi nizkih pretokov kot tudi povečane evapotranspiracije) in zmanjšana ali prekinjena proizvodnja, tehnične omejitve	delež napolnjenosti vodnega vira, SSI magnituda (suše)
	visoki pretoki, poplave	motnja delovanja zaradi naplavin in sedimentov, poškodovana infrastruktura zaradi visokih voda	pogostost visokih voda (povratne dobe pretokov), količina padavin/m ² , vodostaj, srednji pretoki in konice velikih pretokov
termoelektrarne (TE)	vročinski valovi	zmanjšanje proizvodnje EE zaradi omejitve hlajenja (pomanjkanje tehnološke vode)	št. vročih dni v vročinskem valu, temperatura in vlažnost zraka
	suše		
	poplave	ranljivost opreme, dostopnost do TE	št. dni s padavinami več kot 50 mm
	neurja (udari strel)	ranljivost opreme	število in gostota udarov strel
jedrska elektrarna	vročina	zmanjšana proizvodnja zaradi manjših izkoristkov v času ekstremne vročine	pogostost, število dni z ekstremno temp., temperaturni presežek; razlika do najvišje temp., ki omogoča obratovanje JEK
	suša (hidrološka)	omejitve ali izpad hlajenja zaradi pomanjkanja vode	magnituda - minimalen pretok za hlajenje varnostnih sistemov, pogostost, št. dni ekstremne suše
	nizki pretoki	omejitve hlajenja zaradi pomanjkanja vode	število dni ko JEK ne more uporabljati vode iz Save za hlajenje, zvišanje temp. Save
	Poplave	NEK je sposobna obratovati do 10 000 letne poplave reke Save	srednji pretoki
	povišanje temp. v Savi	omejitve ali izpad hlajenja zaradi pomanjkanja vode	SSI, temp. Save
		varnostni izzivi	
bioplinske elektrarne	suša	izpad proizvodnje zaradi pomankanja surovin	kmetijska suša SPEI-3
	poplave	možen izpad proizvodnje zaradi poplav	največja dnevna oz. petdnevna višina padavin
fotonapetostne elektrarne (FNE)	toča	uničenje panelov zaradi toče	velikost zrn toče in pogostost
	orkanski - močan veter	uničenje panelov zaradi vetra	število dni z orkanskim vetrom
	požar	zmanjšana učinkovitost zaradi dima (saje - požari)	
	strela, neurje		število dni z neurji, verjetnost pojavljanja neurij, hitrost vetra, povprečni dnevni največji sunek vetra
	visoke temperature - vročina, vročinski valovi, suha megla	pregrevanje, zmanjšana učinkovitost - višje temperature vplivajo (negativno) na učinkovitost FNE, uničenje panelov zaradi vročine - kratki stiki	število vročih dni nad 30 C, število dni z vročinskim valom, število tropskih noči
	zmrzal	fizikalne poškodbe - uničenje panelov	število dni pod -15 C,
	sprememba sončnega sevanja	manjša osončenost oz. oblačnost neba, zmanjšana proizvodnja zaradi večje oblačnosti	trajanje sončnega obsevanja
vetrne elektrarne	neurja, veter (vetrolom)	mehanske poškodbe, izpadi zaradi neurij, zmanjšana proizvodnja zaradi premalo ali preveč vetra (premočni vetrovi) - poškodba tudi lopatic	povprečni največji sunek vetra
	poledenitev	prekinitev proizvodnje zaradi zaledenitve lopatic	št. ledenih dni
	požari (zaradi ekstremne vročine)	zmanjšana proizvodnja zaradi višjih temperatur in redkejšega zraka	verjetnost pojavnosti ekstremne vročine
kogeneracije, kotlovnice	poplave	tveganje za onemogočanje prevoza goriva zaradi poplav/poledice, onemogočen transport z vlaki ali tovornjaki, onemogočen prevoz v luko Koper	pretok reke
	sneg	onemogočen transport z vlaki ali tovornjaki	število dni s snežno odejo

	pomanjkanje biomase zaradi izsuševanja	pomanjkanje biomase zaradi izsuševanja	
	poledica	tveganje za onemogočanje prevoza goriva zaradi poplav/poledice, onemogočen transport z vlaki ali tovornjaki, onemogočen prevoz v luko Koper	
	plaz	/	/
	dvig morske gladine	/	višina morske gladine
	suša-prenizek vodostaj	prenizek vodostaj Ljubljaniče-hlajenje in posledično zmanjšano obratovanje	Nizki pretoki
	visoka temperatura	pregrevanje, zmanjšano obratovanje zaradi nezadostnega hlajenja	dnevna najvišja temperatura
toplotne črpalke	poplave	poškodba infrastrukture zaradi poplav - zmanjšana proizvodnja toplote	letna rečna bilanca, verjetnost nastop Q100
	požar	/	/
	suše	/	/
	vročina	vročina in mraz zmanjšujeta COP	št. vročih dni
	zmrzal	vročina in mraz zmanjšujeta COP	število dni pod lediščem
	visoke vode	možen vdor rečne vode v vročevodni sistem	letna rečna bilanca, verjetnost nastop Q100
	upad podtalnice oz. visoke vode	onemogočeno delovanje zaradi upada podtalnice	višina podtalnice
sistemi za pretvorbo električne energije v plin, tudi vodik	poplave	tehnične poškodbe – izpad oskrbe, izguba učinkovitosti, nezmožnost oddaje vodika v sistem zaradi poškodbe na plinski infrastrukturi - motena oskrba	
	neurja	tehnične poškodbe – izpad oskrbe, izguba učinkovitosti, nezmožnost oddaje vodika v sistem zaradi poškodbe na plinski infrastrukturi - motena oskrba	
	suša	pomanjkanje vode - nujno za elektrolizo	hidrološka suša SSI
	žled	tehnične poškodbe – izpad oskrbe, izguba učinkovitosti, nezmožnost oddaje vodika v sistem zaradi poškodbe na plinski infrastrukturi - motena oskrba	
	požar	tehnične poškodbe – izpad oskrbe, izguba učinkovitosti, nezmožnost oddaje vodika v sistem zaradi poškodbe na plinski infrastrukturi - motena oskrba	verjetnost nastanka požara
sistemi za odvečno toploto	vročina, toplotna nihanja	upad količine odvečne toplote	št. vročih dni
	poplave	tehnični izzivi pri prevzemu in distribuciji toplote,	letna rečna bilanca

Preglednica 5: Energetska infrastruktura

Infrastruktura	Podnebne nevarnosti	Možna tveganja	Kazalci nevarnosti
prenosno omrežje (EE)	vetar, vetrolom	poškodbe DV, izpadi napajanja, prekinitev prenosa zaradi vetra	povprečni dnevni največji sunek vetra, število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	žled	prekinitev prenosa el. energije zaradi npr. žledoloma (oz. na splošno zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov)	št. ledenih dni, število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	sneg	omejena dostopnost, onemogočen dostop do infrastrukture zaradi ekstremnih vremenskih pojavov	št. ledenih dni, število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	toča		število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada

	poplave	onemogočen dostop do infrastrukture zaradi ekstremnih vremenskih pojavov	število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	požari	poškodbe DV, izpadi napajanja	število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	strela – neurje	poškodbe DV, izpadi napajanja	število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	plaz	poškodbe DV, izpadi napajanja	število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	vročina – dvig temperature	raztezanje in posledično povešanje vodov - prekinitvev prenosa zaradi kratkega stika, zmanjšana prenosna kapaciteta zaradi višjih temperatur	število ur izpada, pogostost pojavljanja izpada
	suša		
distribucijsko omrežje (EE)	žled	izpadi NN/SN zaradi vremenskih ujm (fizične poškodbe in prekinjena oskrba z EE), motnje delovanja, poškodovana infrastruktura	debelina ledene obloge na daljnovodih, št. ledenih dni
	sneg	izpadi NN/SN zaradi vremenskih ujm (fizične poškodbe in prekinjena oskrba z EE), motnje delovanja, poškodovana infrastruktura	količina vode v novozapadlem snegu, št. ledenih dni
	neurja	izpadi NN/SN zaradi vremenskih ujm (fizične poškodbe in prekinjena oskrba z EE), motnje delovanja, poškodovana infrastruktura	Scalar - število udarov strel
	vročina	vpliv ekstremne temperature na delovanje transformatorskih postaj, kablovodov in zaščitne opreme - zmanjšana učinkovitost hlajenja, povečanje električne upornosti, poškodbe termične izolacije, kar povzroča okvare in izpade	število vročih dni
	poplave	izpadi NN/SN zaradi vremenskih ujm (fizične poškodbe in prekinjena oskrba z EE), motnje delovanja, poškodovana infrastruktura	verjetnost nastopa visokih voda, število dni z več kot 50 mm padavin, verjetnost nastopa velikih pretokov, največja dnevna višina padavin
	veter	izpadi NN/SN zaradi vremenskih ujm (fizične poškodbe in prekinjena oskrba z EE), motnje delovanja, poškodovana infrastruktura	vetrni sunki
	plazovi	plazovi oz. erozija lahko oslabi temelje transformatorjev, daljnovodov	
	požar	ogroženost zaradi požarov - zlasti nadzemni vodi	
plinovodi	plazovi – erozija, kot posledica poplav	fizične poškodbe zaradi plazu, visokih voda, izpadi dobave zaradi poplav, plazu	verjetnost nastopa visokih voda, razmočenost terena, največja dnevna oz. petdnevna višina padavin, verjetnost nastanka požara
	požar		verjetnost nastanka požara
toplovodi	zmrzal	porušitev materiala zaradi nepravilno izvedenih cevovodov	
	poplave	prekinitvev dobave toplote na omejenem območju zaradi poplav	dnevna količina padavin
	hidravlični udar	porušitev materiala zaradi nepravilno izvedenih cevovodov	
	plazovi	porušitev materiala zaradi nepravilno izvedenih cevovodov	
skladišča goriv	poplave	onesnaženje	verjetnost poplav, srednji pretoki
	ekstremna vročina	požarna ogroženost	
	mraz		dnevna najnižja temperatura
	dvig morja	poškodba infrastrukture zaradi visokih voda	
	veter		
skladišča biomase	vročina	samovžigi	
	sneg	otežena dostava	

	požari	poškodbe opreme	
	poplave	poškodbe opreme	Q100, srednji pretoki
baterijski hranilniki	požari	kratki stiki, širjenje nevarnih snovi ob uničenju	število požarov v naravi
	poplave	kratki stiki, širjenje nevarnih snovi ob uničenju	
	strele	mehanske poškodbe zaradi požara - strele oz. uničenje	
	veter		povprečni največji sunek vetra
	vročina	zamašitev prezračevalnega sistema zaradi več prašnih delcev (posledica suše)	št vročih dni
	mraz	manjša kapaciteta in življenjska doba	št. dni pod lediščem

Preglednica 6: Oskrba končnih uporabnikov

Sistemi za oskrbo	Podnebne nevarnosti	Možna tveganja	Kazalci nevarnosti
bencinske črpalke, plinske polnilnice	poplave	izpad oskrbe, poplavljenost rezervoarjev, onesnaženje, poškodbe zaradi poplav, visokih voda	Q100, srednji pretoki, verjetnost nastopa visokih voda
	požari	izpad oskrbe	
	vročina	izpad oskrbe	
	plazovi	izpad oskrbe, onesnaženje	
odjemna mesta (plin, EE, toplota)	zmrzal	tehnične motnje- prekinitev oskrbe, odpoved opreme	
	vročina	tehnične motnje- prekinitev oskrbe, odpoved opreme	
	ekstremni sunki vetra	tehnične motnje- prekinitev oskrbe, odpoved opreme	
	neurja	tehnične motnje- prekinitev oskrbe, odpoved opreme	Scalar - spremljanje pogostosti in jakosti strel
	požar	tehnične motnje- prekinitev oskrbe, odpoved opreme	
	poplave	tehnične motnje- prekinitev oskrbe, odpoved opreme	največja dnevna višina padavin
polnilne postaje za e-vozila	poplave	izpad napajanja, poškodbe opreme	
	vročina	poškodbe opreme	št. vročih dni
	neurja	izpad napajanja, poškodbe opreme	
	požar	poškodbe opreme	
	mraz	poškodbe opreme	št. dni pod lediščem
dostava goriv s transportnimi sredstvi	sneg		srednji pretoki
	žled		
	plazovi		

Preglednica 7: Povzetek ključnih podnebnih nevarnosti po pojavnosti in vplivu za Slovenijo

Ključna nevarnost	Pojavnost v Sloveniji	Prepoznana tveganja za sektor
suša	visoka	zmanjšana proizvodnja v HE, "tekmovanje" za vodo, izpadi biomase, pomanjkanje vode za hlajenje
poplave	lokalno pogoste	izpadi črpalk, poškodbe RTP, omejena dostopnost, izpadi proizvodnje
vročina, visoke temperature	naraščajoči trend	omejitve hlajenja, večji odjem za hlajenje, okvare/izpadi
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	pogostejša, lokalna grožnja	poškodbe panelov FNE in oken objektov (toča), poškodbe DV, VE, motnje v napajanju (neurja/vetrolom)
plazovi	lokalno	poškodbe na infrastrukturi: DV, kablovodih, cevovodih in tudi prometni infrastrukturi (dostava)
požar	regionalno pomembni	ogroženost DV in skladišč, požarna škoda, možni izpadi/izklopi, zmanjšanje biomase
žled, moker sneg	občasni, močni dogodki	lomi DV, dolgotrajni izpadi

Tabela prikazuje povzetek ključnih podnebnih nevarnosti in prepoznanih tveganj, ki so jih kot ključne opredelili udeleženci prve delavnice. Za te nevarnosti smo v naslednjih korakih ocenjevali ranljivost. Kot je razvidno iz preglednice, med ključne nevarnosti nista vključena mraz in sneg, čeprav so ju udeleženci delavnice prepoznali kot podnebni nevarnosti, vendar menijo, da predstavljajo navedene nevarnosti precej večje tveganje kot mraz in sneg. Glede na vse milejše zime in nadpovprečno segrevanje Slovenije, je izločitev mraza in snega iz nabora ključnih nevarnosti razumljiva. Vsekakor pa ne smemo pozabiti, da tudi ti dve podnebni nevarnosti v sektorju energetike še vedno obstajata in prispevata k njegovi ranljivosti.

6 Ocena podnebne ranljivosti sektorja energetike na nacionalni ravni

Za oceno podnebne ranljivosti sektorja energetike smo izvedli drugo delavnico, na kateri so sodelovali strokovnjaki iz energetike, strokovnjaki s področja podnebnih sprememb, javne uprave, raziskovalnih institucij in podjetij⁴. Na delavnicah smo pridobili vhodne podatke za izračun ocene podnebne ranljivosti.

6.1 Ocena ranljivosti elementov oskrbnih verig

Udeležence delavnice smo razdelili na tri omizja (7 – 8 strokovnjakov na omizje). Prvo omizje so večinoma sestavljali strokovnjaki s področja proizvodnje oziroma energijskih pretvorb, drugo strokovnjaki s področja infrastrukture in tretje omizje strokovnjaki s področja oskrbe končnih uporabnikov. Omizja so dopolnili še posamezni eksperti s področja podnebnih sprememb, javne uprave in raziskovalnih institucij. Vsako omizje je ocenjevalo ranljivost elementov svojega področja. Za vsak element i in nevarnost j je bilo treba določiti dve oceni:

S_{ij} = občutljivost (angl. Sensitivity) elementa i na nevarnost j

A_{ij} = prilagoditvena sposobnost (angl. Adaptivity) elementa i na nevarnost j

S pomočjo matrike na Sliki 6 je bila iz občutljivosti in prilagoditvene sposobnosti določena ocena ranljivosti (angl. Vulnerability) elementa i za nevarnost j :

$$V_{ij} = f(S_{ij}, A_{ij})$$

Prilagoditvena sposobnost	Visoka (5)	1	2	2	3	3
	Srednje visoka (4)	2	2	3	3	4
	Srednja (3)	2	3	3	4	4
	Srednje nizka (2)	3	3	4	4	5
	Nizka (1)	3	4	4	5	5
Matrika ranljivosti		Nizka (1)	Srednje nizka (2)	Srednja (3)	Srednje visoka (4)	Visoka (5)
Občutljivost						

Slika 6: Matrika za določanje ranljivosti iz občutljivosti in prilagoditvene sposobnosti (Smithers in Dworak, 2023)

Rezultati ocenjevanja so predstavljeni v Prilogi 1. Ranljivost se je določilo za naslednje nevarnosti: suša, poplave, vročina/visoka temperatura, neurje (toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi), plazovi, požar in žled, moker sneg. Pri posameznih elementih so skupine določale le izbrane nevarnosti, ki so bile identificirane na prvi delavnici kot najpomembnejše za ta element. Zaradi velikega števila elementov in časovne omejitve smo manjkajoče vrednosti ocenili v okviru ekspertne skupine IJS CEU in jih preverili oz. po potrebi popravili v okviru tretje delavnice, na kateri smo predstavili osnutek zaključnega poročila in zajeli še zadnji krog pripomb in predlogov sodelujočih deležnikov.

6.2 Izračun povprečne ranljivosti elementov

Za vsak element i se nato izračuna povprečna ranljivost (angl. Vulnerability) V_i po vseh upoštevanih nevarnostih:

$$V_i = \frac{1}{n_i - 3} \sum_{j=1}^{n_i-3} V_{ij}$$

kjer so bile izločene tri najnižje vrednosti (najmanj problematične nevarnosti). Rezultati ocenjevanja so zbrani v Preglednici 14, izračunane vrednosti pa v Preglednici 16 v poglavju 7.

⁴ V Prilogi 1 je seznam institucij in podjetij, katerih predstavniki so bili vključeni v ekspertno skupino.

6.3 Ocena pomembnosti / kritičnosti elementov in posameznih oskrbnih verig

V drugem delu delavnice smo ocenili pomembnost oziroma kritičnost posameznih oskrbnih verig in elementov, da bi določili njihovo utež pri skupni oceni ranljivosti. Udeležence delavnice smo razdelili v tri ločena omizja (7 – 8 strokovnjakov na omizje) in sicer tako, da so bili v vsakem omizju prisotni predstavniki proizvodnje (JE, HE, TE, toplarne), infrastrukture (prenos in distribucija električne energije in plina, sistemi daljinskega ogrevanja) in oskrbe (dobavitelji) ter v vsaki od skupin še posamezni eksperti s področja podnebnih sprememb, javne uprave in raziskovalnih institucij. Ocenjevanje smo ponovili še z dvema skupinama strokovnjakov IJS CEU, vsaka je štela 6 oseb. V obe skupini so bili vključeni strokovnjaki z različnih področij naravoslovnih in družboslovnih znanosti.

Utež posamezne oskrbne verige

Vsako omizje je najprej ocenilo pomembnost vsake oskrbne verige (angl. *IMP*otrance) (IM_k) (električna energija, plin, tekoča goriva, trda goriva, toplota) glede na trenutno strukturo rabe končne energije in kritičnost oskrbe končnih uporabnikov energije v Sloveniji. Ocene so bile podane na ocenjevalnem listu (Slika 7) v odstotnih točkah, vsota vseh ocen je morala znašati 100 %, torej je normalizirana utež (angl. *Normalized supply Chain Weight*) (WCN_k) oskrbne verige k :

$$WCN_k = \frac{IM_k}{\sum_{k=1}^m IM_k}$$

pri čemer velja:

$$\sum_{k=1}^m WCN_k = 1$$

Vrednosti uteži oskrbne verige k (angl. *supply Chain Weight*) (WC_k) smo izračunali kot povprečje normaliziranih ocen vseh pet omizij ($WCN_{k|O1}$ do $WCN_{k|O5}$):

$$WC_k = \frac{\sum_{o=1}^5 WCN_{k|Oo}}{5}$$

Utež posameznega elementa znotraj verige

Podobno je na ocenjevalnih listih (Slika 8 do Slika 12) sledilo ocenjevanje pomembnosti elementov i v oskrbni verigi k :

$$wn_{i|k} = \frac{Im_{i|k}}{\sum_{i=1}^{n_k} Im_{i|k}}$$

$$\sum_{i=1}^{n_k} wn_{i|k} = 1$$

$$w_{i|k} = \frac{\sum_{o=1}^5 wn_{i|k|Oo}}{5}$$

kjer je $Im_{i|k}$ strokovna ocena pomembnosti (angl. *Importance*) elementa znotraj verige, $wn_{i|k}$ je normalizirana utež (angl. *normalized weight*) elementa in $w_{i|k}$ utež (angl. *weight*) elementa i znotraj verige k .

Končna utež elementa

Končna utež (angl. *Weight*) (W_i) elementa i je zmnožek povprečne uteži elementa in povprečne pomembnosti oskrbne verige k , ki ji pripada:

$$W_i = WC_k \cdot w_{i|k}$$

pri čemer velja:

$$\sum_i W_i = 1$$

Rezultati so prikazani v poglavju 7 (Preglednica 9 do Preglednica 13).

6.4 Izračun izpostavljenosti elementov in vpliva elementov na oskrbo končnih uporabnikov

Za vsako vrsto nevarnosti j smo določili tri faktorje z lestvico ocen od 1 do 5:

- magnituda M_j (1 = majhna nevarnost, 2 = zmerna, 3 = srednja, 4 = velika, 5 = ekstremna nevarnost),
- frekvenca F_j (1 = na več kot 50 let, 2 = na 25 do 50 let, 3 = na 10 do 25 let, 4 = na 1 do 10 let, 5 = večkrat letno),
- prostorski obseg Z_j (1 = do 20 % površine Slovenije, 2 = nad 20 % in do 40 %, 3 = nad 40 % in do 60 %, 4 = nad 60 % in do 80 %, 5 = nad 80 % površine).

Na tej osnovi je izračunana normalizirana utež izpostavljenosti (angl. *Normalized Exposure weight*) (wEN_j) nevarnosti j :

$$wEN_j = \frac{M_j \cdot F_j \cdot Z_j}{125}$$

pri čemer je 125 normalizacijski faktor.

Izpostavljenost (angl. *Exposure*) (E_i) posameznega elementa i je določena kot utežena vsota ocen ranljivosti elementa (V_{ij}) na vse nevarnosti j :

$$E_i = \sum_j wEN_j \cdot V_{ij}$$

Skupni vpliv (angl. *Influence*) elementa i (I_i) na oskrbo končnih uporabnikov energije je produkt izpostavljenosti (E_i) in končne uteži elementa:

$$I_i = E_i \cdot W_i$$

Rezultati so prikazani v Preglednici 16 v poglavju 7.

6.5 Izračun ranljivosti oskrbnih verig in celotnega energetskega sektorja

Ranljivost oskrbne verige (angl. *supply Chain Vulnerability*) k (VC_k) izračunamo kot vsoto produktov uteži elementa i znotraj verige k ($w_{i|k}$) in povprečne ranljivosti elementov (V_i):

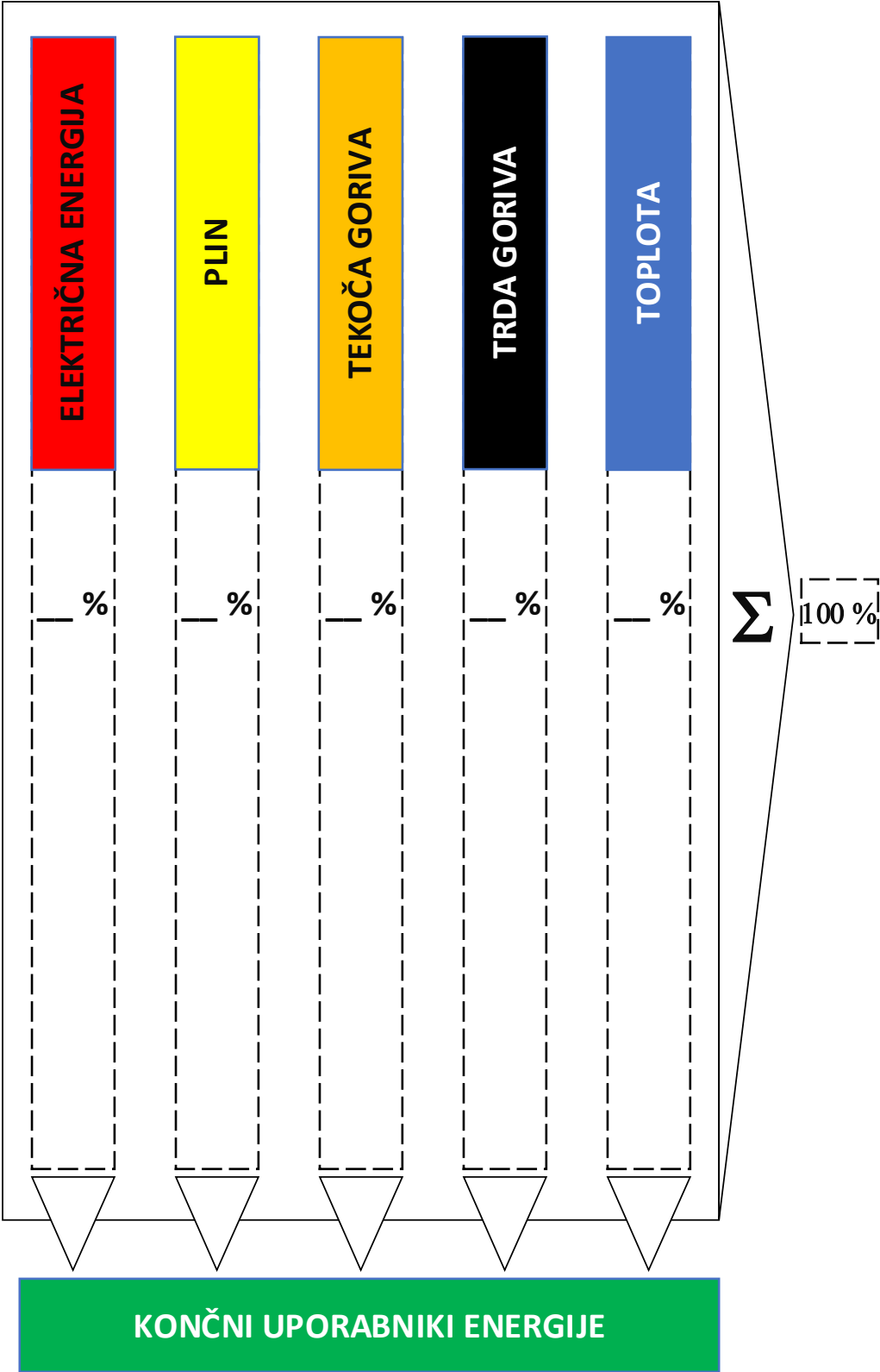
$$VC_k = \sum_i w_{i|k} \cdot V_i$$

Ranljivost celotnega sektorja energetike VE sedaj izračunamo kot uteženo vsoto ranljivosti oskrbnih verig (VC_k) z utežmi oskrbnih verig (WC_k):

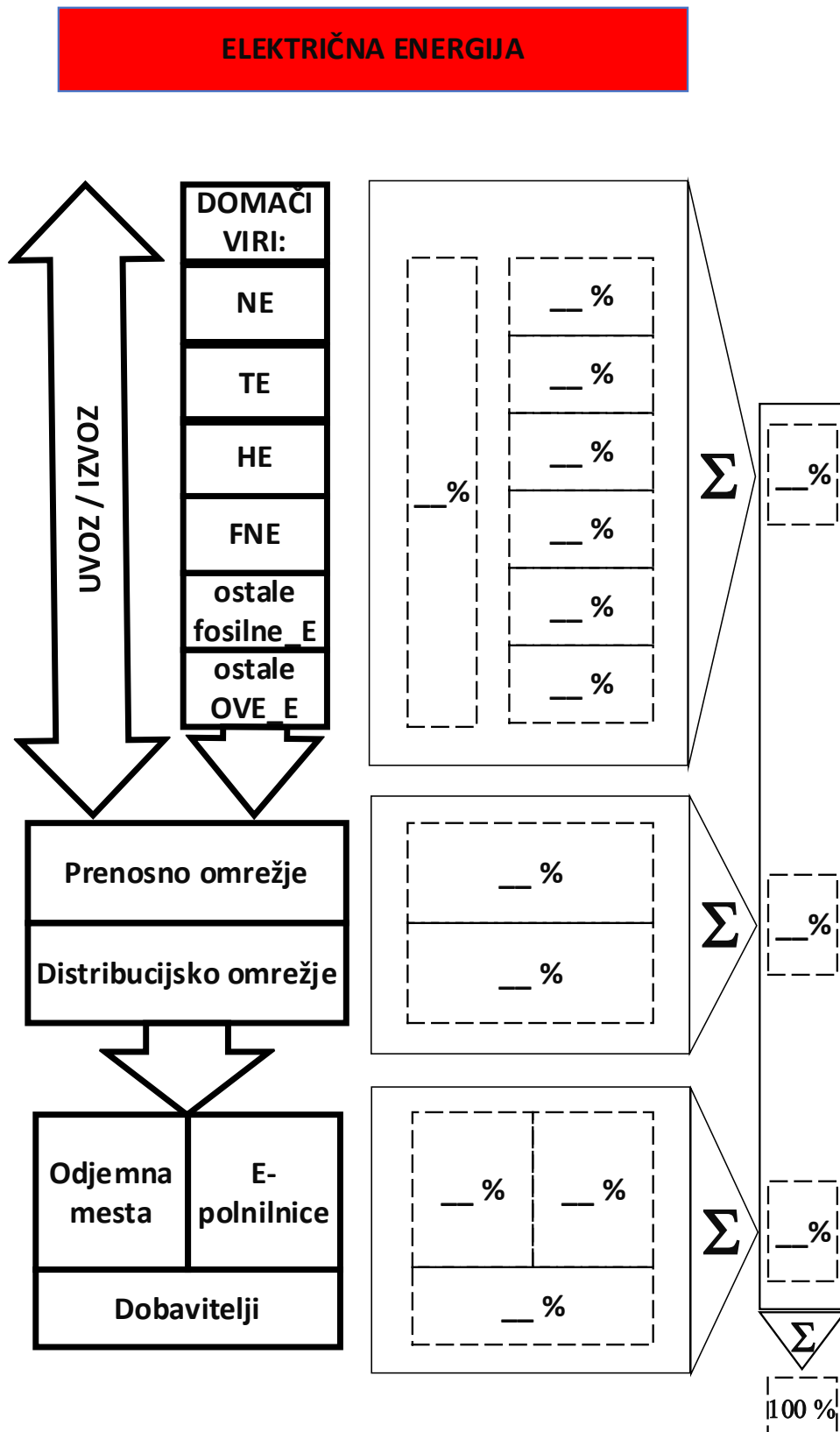
$$VE = \sum_k WC_k \cdot VC_k$$

Rezultati so prikazani v Preglednici 16 v poglavju 7.

PRIMARNI VIRI ENERGIJE

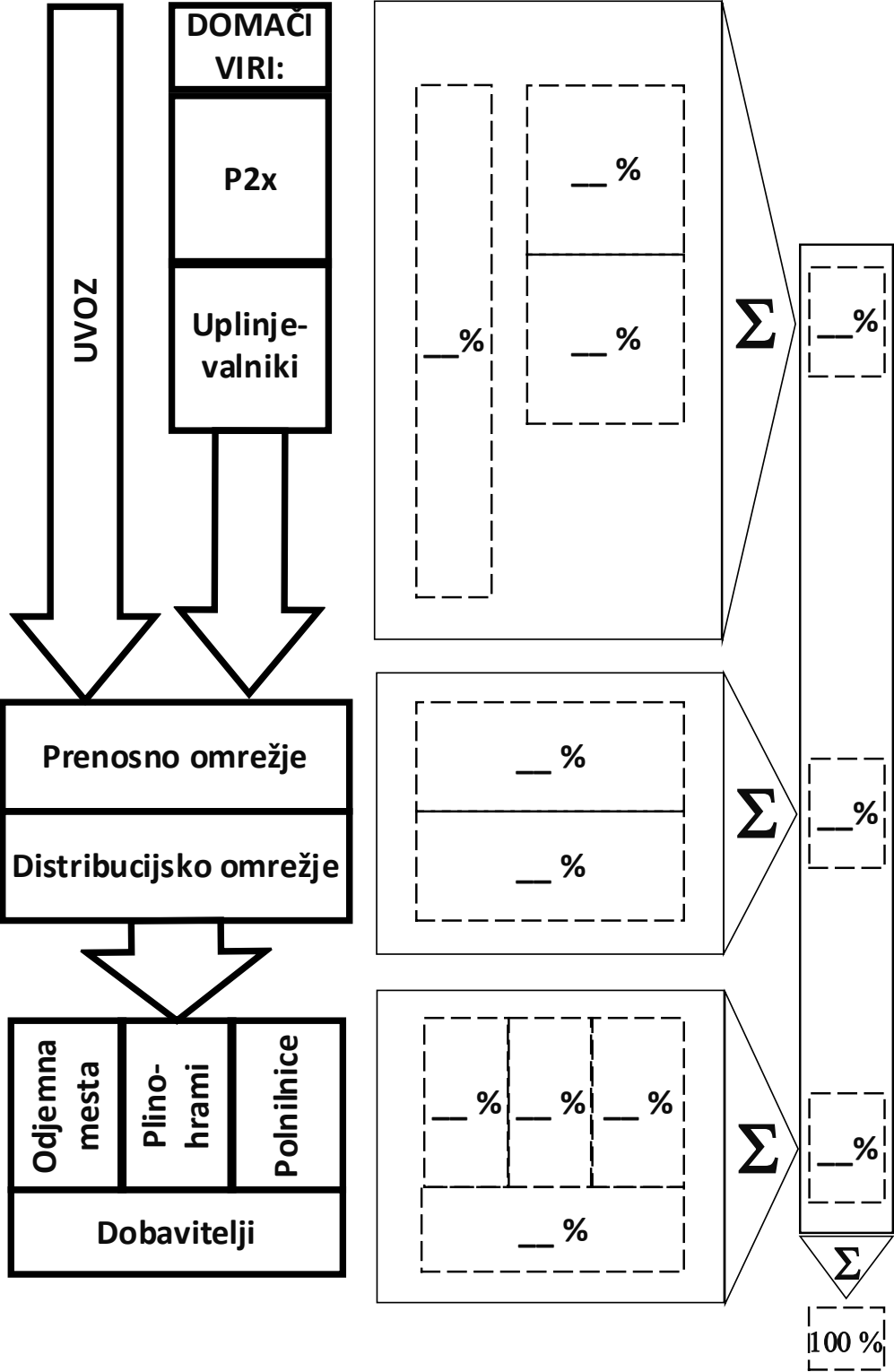


Slika 7: Ocenjevalni list pomembnosti posamezne oskrbne verige



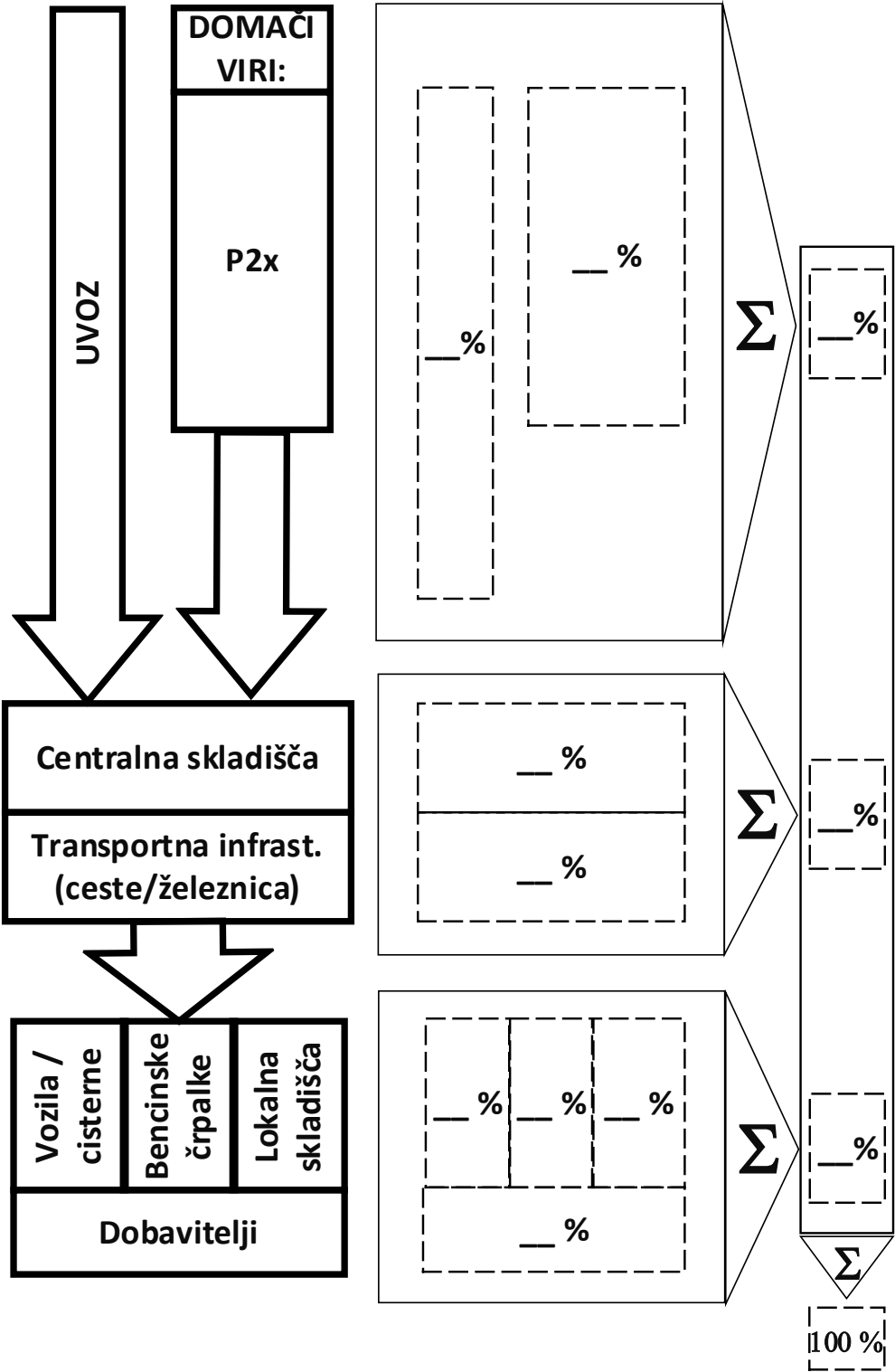
Slika 8: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige EE

PLIN



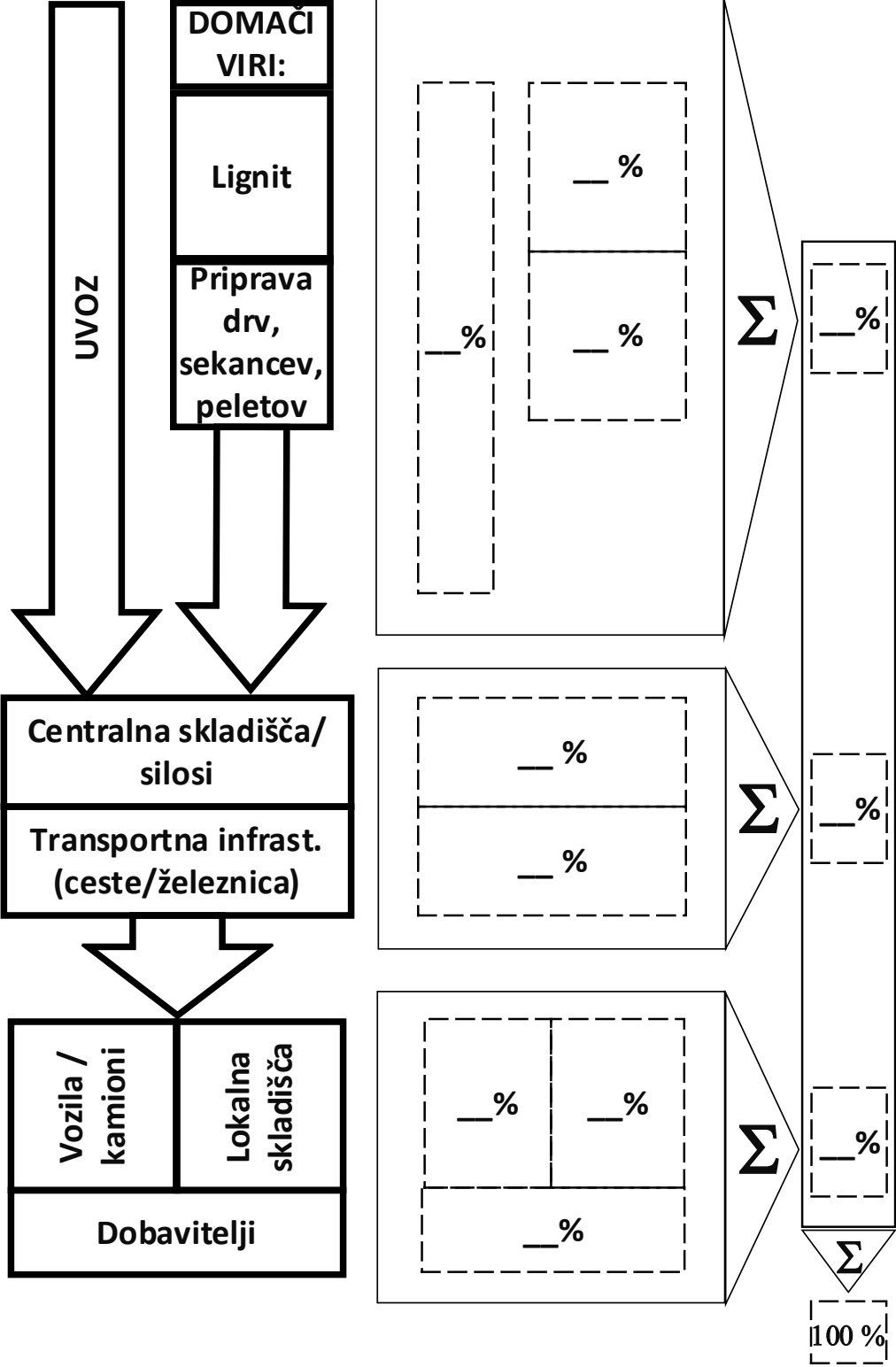
Slika 9: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Plin

TEKOČA GORIVA



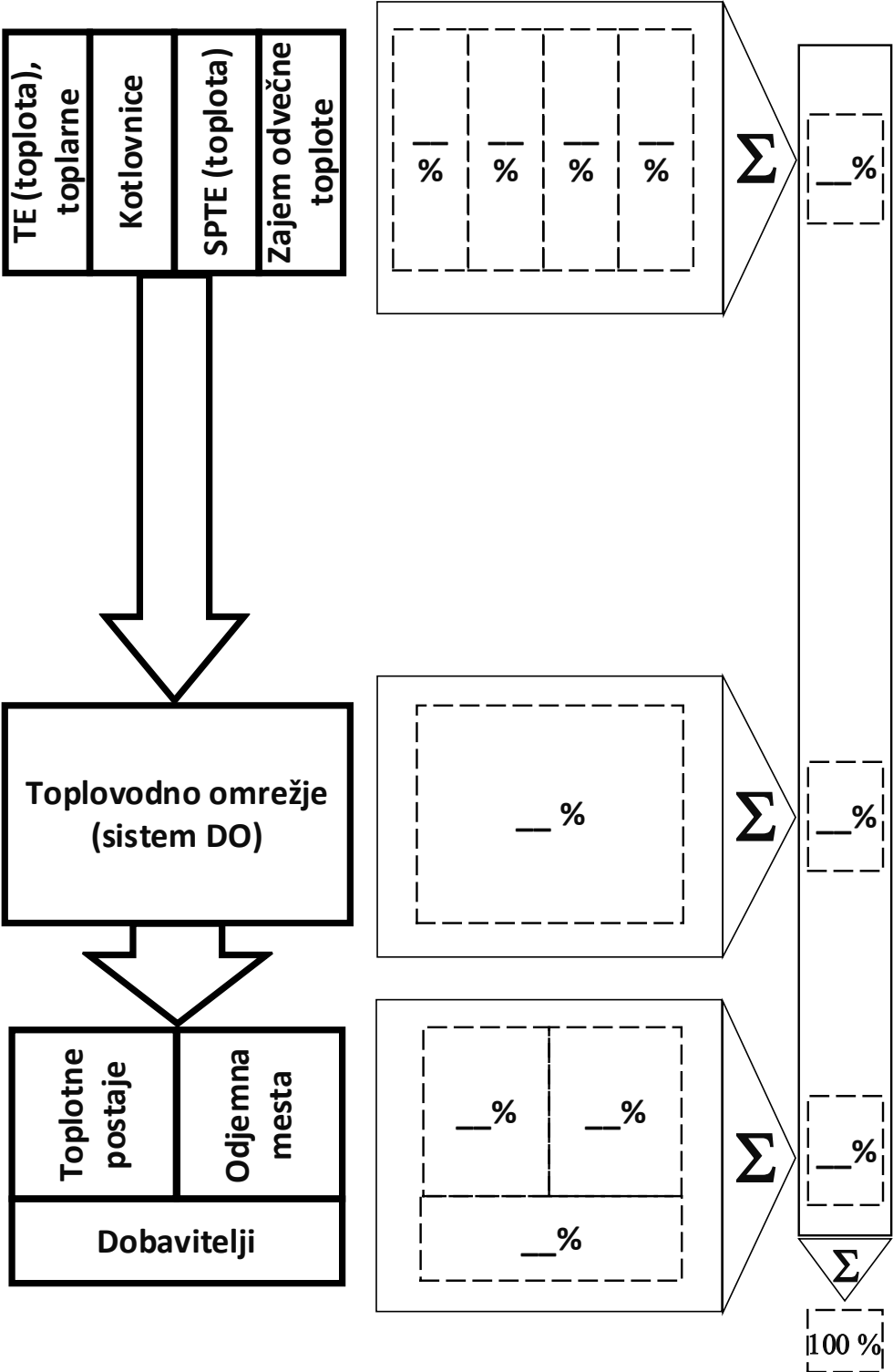
Slika 10: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Tekoča goriva

TRDA GORIVA



Slika 11: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Trda goriva

TOPLOTA



Slika 12: Ocenjevalni list za elemente oskrbne verige Toplota

7 Rezultati ocene ranljivosti trenutnega stanja energetskega sektorja

V tem poglavju so navedeni rezultati ocene podnebne ranljivosti (uteži) energetskih nosilcev in elementov sektorja energetike, ki smo jih pridobili na delavnici in nato preračunali po prej opisanem postopku. Ocene se nanašajo na sedanjo energetske mešanico in sedanje stanje infrastrukture. Preglednica 8 prikazuje ocene uteži energetskih nosilcev.

Preglednica 8: Ocena uteži energetskih nosilcev

UTEŽI ENERGETSKIH NOSILCEV (podsektorjev)	Povprečna ocena
Električna energija	33%
Plin	18%
Tekoča goriva	34%
Trda goriva	10%
Toplota	5%

S 34 % so najvišje ocenjena tekoča goriva, predvsem zaradi 100 % uvozne odvisnosti in največjega deleža prometa v skupni rabi končne energije, s 33 % sledi električna energija kot najbolj univerzalno uporaben energent, vedno bolj tudi v ogrevanju, prometu in drugih sektorjih. Na zadnjem mestu je s 5 % toplota, saj je njena raba prostorsko omejena (sistemi daljinskega ogrevanja, predvsem v večjih mestih), poleg tega lahko uporabnik toploto zagotovi tudi z uporabo drugih energentov (s toplotnimi črpalkami in električno energijo, kotli na plin, tekočimi gorivi ali biomaso)⁵.

Preglednice 9 – 13 navajajo uteži elementov za podsektorje električna energija, plin, trda goriva, tekoča goriva in toplota.

Preglednica 9: Ocena uteži elementov podsektorja električna energija

OCENA UTEŽI ELEMENTOV:	Povprečna ocena:	
	Po nosilcih	Generalno
Električna energija		
<i>Pretvorniki</i>	<i>41.00%</i>	<i>13.53%</i>
Uvoz	7.06%	2.33%
NE	12.16%	4.01%
TE	6.45%	2.13%
HE	9.74%	3.21%
FNE	2.19%	0.72%
ostale fosilne_E	2.31%	0.76%
ostale OVE_E	1.08%	0.36%
<i>Infrastruktura</i>	<i>49.00%</i>	<i>16.17%</i>
Prenosno omrežje	33.86%	11.18%
Distribucijsko omrežje	15.14%	4.99%
<i>Oskrba</i>	<i>10.00%</i>	<i>3.30%</i>
Odjemna mesta	7.60%	2.51%
E-polnilnice	1.10%	0.36%
Dobavitelji	1.30%	0.43%

⁵ Metodologija obravnava energetskega sektorja kot vezni člen med primarnimi viri energije oz. uvozom in odjemnimi mesti uporabnikov. Interne energijske pretvorbe (npr. pretvorba EE ali plina v toploto na lokaciji končnega uporabnika) in potrebna oprema ni bila predmet ocenjevanja. Zato se v tej oceni kot podsektor toplote obravnava le infrastrukturo za zagotavljanje toplote končnim uporabnikom, priključenim na sisteme daljinskega ogrevanja.

Oskrba z električno energijo brez delujoče infrastrukture ni mogoča, razen v tehnično zahtevnem in splošno malo uporabljanem otočnem obratovanju. Zato sta najvišje ocenjena prenosno in distribucijsko elektroenergetsko omrežje, sledi jedrska elektrarna zaradi stabilnega zagotavljanja pomembnega deleža električne energije in moči v sistemu.

Preglednica 10: Ocena uteži elementov podsektorja plin

OCENA UTEŽI ELEMENTOV:	Povprečna ocena:	
	Po nosilcih	Generalno
Plin		
<i>Pretvorniki</i>	<u>39.00%</u>	<u>7.02%</u>
Uvoz	36.95%	6.65%
P2x	0.87%	0.16%
Uplinjevalniki	1.18%	0.21%
<i>Infrastruktura</i>	<u>52.00%</u>	<u>9.36%</u>
Prenosno omrežje	35.01%	6.30%
Distribucijsko omrežje	16.99%	3.06%
<i>Oskrba</i>	<u>9.00%</u>	<u>1.62%</u>
Odjemna mesta	5.09%	0.92%
Plinohrami(slo)	1.44%	0.26%
Polnilnice	0.67%	0.12%
Dobavitelji	1.80%	0.32%

Slovenija je trenutno 100 % odvisna od uvoza plina, zato je razumljiva visoka ocena uvoza (skoraj 37 %), sledi podobno kot pri električni energiji infrastruktura (35 % prenosno in 17 % distribucijsko plinsko omrežje).

Preglednica 11: Ocena uteži elementov podsektorja trda goriva

OCENA UTEŽI ELEMENTOV:	Povprečna ocena:	
	Po nosilcih	Generalno
Trda goriva		
<i>Pretvorniki</i>	<u>54.00%</u>	<u>5.29%</u>
Uvoz	16.20%	1.59%
Lignit	15.88%	1.56%
Priprava drv, sekancev, peletov	21.92%	2.15%
<i>Infrastruktura</i>	<u>25.00%</u>	<u>2.45%</u>
Centralna skladišča/silos	9.75%	0.96%
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	15.25%	1.49%
<i>Oskrba</i>	<u>21.00%</u>	<u>2.06%</u>
Vozila/kamioni	10.71%	1.05%
Lokalna skladišča	7.14%	0.70%
Dobavitelji	3.15%	0.31%

Ocene elementov podsektorja trda goriva so bolj uravnotežene. Najvišje je ocenjena priprava domačih goriv iz lesa/biomase, sledi uvoz in pridobivanje domačega lignita. Pomembno visoko oceno ima transportna infrastruktura, še posebej v kombinaciji s transportnimi sredstvi za dostavo trdih goriv do končnih uporabnikov.

Preglednica 12: Ocena uteži elementov podsektorja tekoča goriva

OCENA UTEŽI ELEMENTOV:	Povprečna ocena:	
	Po nosilcih	Generalno
Tekoča goriva		
<i>Pretvorniki</i>	<u>52.00%</u>	<u>17.68%</u>
Uvoz	50.54%	17.18%
P2x	1.46%	0.50%
<i>Infrastruktura</i>	<u>24.00%</u>	<u>8.16%</u>
Centralna skladišča	11.04%	3.75%
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	12.96%	4.41%
<i>Oskrba</i>	<u>24.00%</u>	<u>8.16%</u>
Vozila/cisterne	8.64%	2.94%
Bencinske črpalke	6.40%	2.18%
Lokalna skladišča	5.44%	1.85%
Dobavitelji	3.52%	1.20%

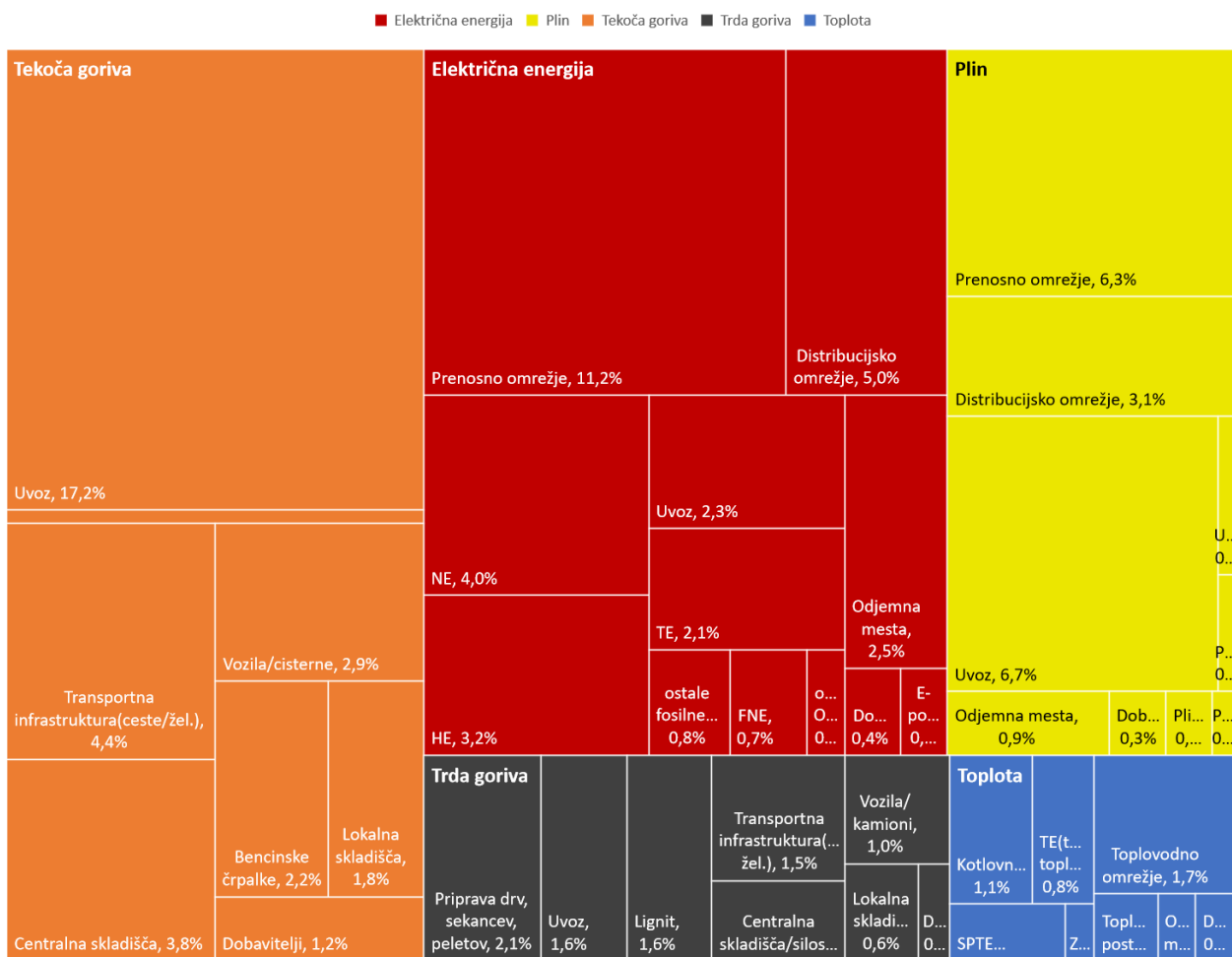
Pri tekočih gorivih je z naskokom na prvem mestu po pomembnosti uvoz tekočih goriv (51 %), saj je Slovenija 100 % uvozno odvisna, sledi transportna infrastruktura, centralna skladišča in prevozna sredstva (vse tri skupaj 33 %). Sistemi lokalne oskrbe (bencinske črpalke, lokalna skladišča in dobavitelji) so cenjeni precej višje kot pri plinu in električni energiji.

Preglednica 13: Ocena uteži elementov podsektorja toplota

OCENA UTEŽI ELEMENTOV:	Povprečna ocena:	
	Po nosilcih	Generalno
Toplota		
<i>Pretvorniki</i>	<u>51.00%</u>	<u>2.65%</u>
TE(toplota) toplarne	15.88%	0.83%
Kotlovnice	21.03%	1.09%
SPTe (toplota)	11.29%	0.59%
Zajem odvečne topote	2.80%	0.15%
<i>Infrastruktura</i>	<u>33.00%</u>	<u>1.72%</u>
Toplovodno omrežje	33.00%	1.72%
<i>Oskrba</i>	<u>16.00%</u>	<u>0.83%</u>
Toplotne postaje	7.36%	0.38%
Odjemna mesta	4.32%	0.22%
Dobavitelji	4.32%	0.22%

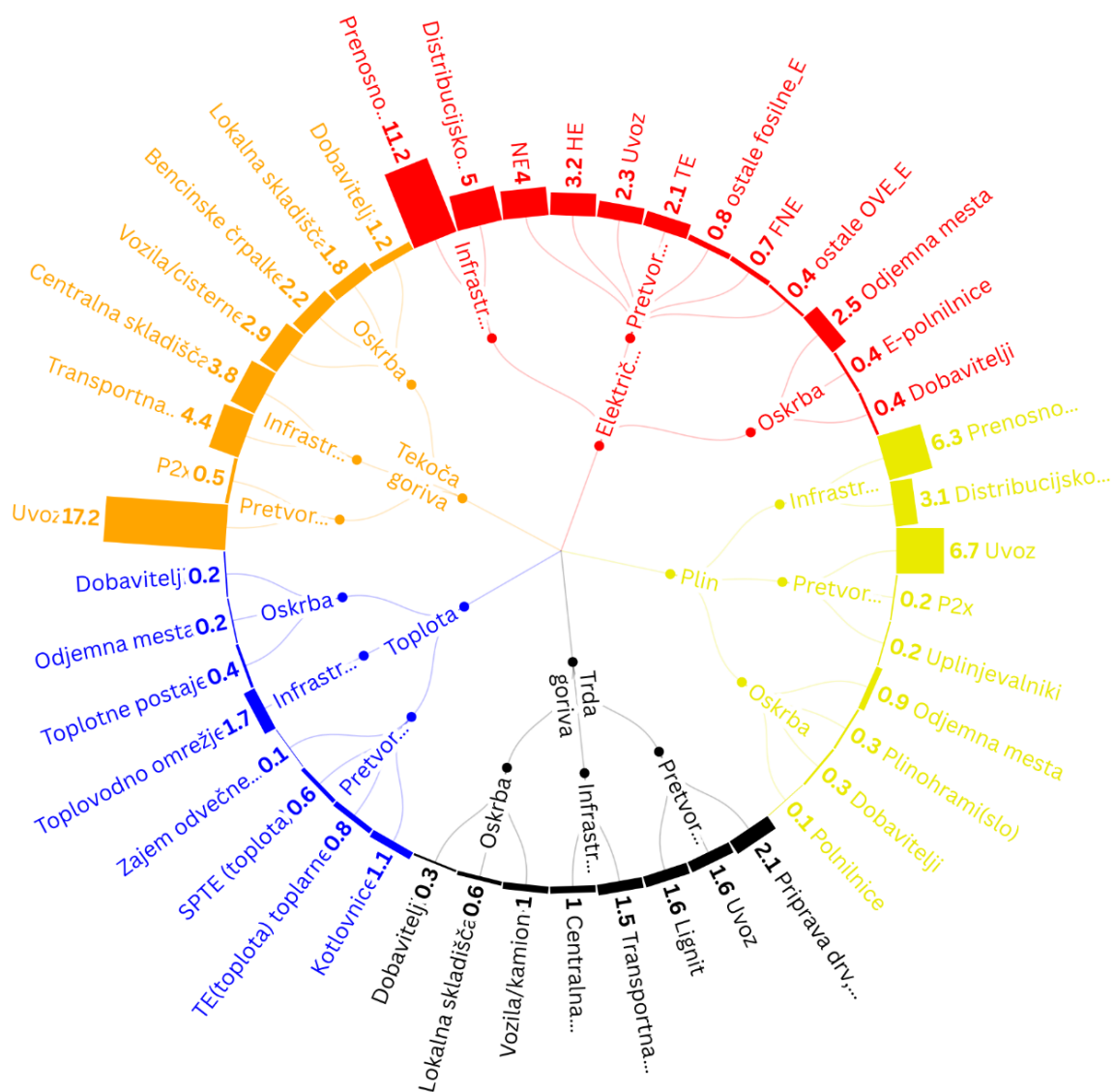
Pri oskrbi s toploto je infrastruktura s 33 % ocenjena daleč najvišje, sledijo kotlovnice (21 %) in TE / toplarne (16 %) kot najpomembnejši viri toplote.

Če ocene pomembnosti posameznih elementov za oskrbno verigo pomnožimo z utežjo pripadajočega energetskega nosilca, dobimo relativno pomembnost elementa za celoten energetski sektor. Izračunane vrednosti so v Preglednicah 3 do 8 (»Povprečna ocena: generalno«), grafično pa prikazane na Slika 13.



Slika 13: Relativna pomembnost uteži elementov

Uvoz tekočih goriv je s 17 % na prvem mestu, kar je rezultat največjega deleža tekočih goriv v skupni rabi končne energije in 100 % odvisnosti od uvoza. Na drugem mestu je omrežje za prenos električne energije (11 %), saj brez delujočega prenosnega elektroenergetskega sistema ni mogoče povezati velikih proizvodnih enot, odjemalcev (preko distribucijskega elektroenergetskega omrežja) in skrbeti za izmenjavo električne energije in sistemskih storitev s tujino. Na tretjem mestu je uvoz plina (6,7 %) in zelo blizu (6,3 %) plinsko omrežje, saj je zemeljski plin predvsem za industrijo pomemben energent, Slovenija pa 100 % uvozno odvisna. Površina posameznih elementov lepo kaže na pomen za celoten energetski sektor. Slika 14 še bolj plastično predstavi povezanost in pomembnost (uteži) posameznih elementov iz Preglednic 8 - 13.



Slika 14: Povezanost uteži elementov

V Preglednici 14 so zbrane ocene ranljivosti za vsak element energetskega sistema. Na obrobljenih poljih so ocene, pridobljene na strokovnih delavnicah, ostalo so ekspertne ocene IJS_CEU. Če seštejemo ocene ranljivosti po posameznih nevarnostih in nevarnosti razvrstimo po številu točk, lahko ugotovimo, da sektorju energetike v Sloveniji predstavljajo največjo nevarnost poplave (95 točk), sledi požar (81 točk) in na tretjem mestu neurja (79 točk). Nato sledijo plazovi (78 točk), žled, moker sneg (64 točk), vročina (53 točk) in suša (52 točk). Nizke temperature in zmrzal so bili že predhodno ocenjeni kot manj problematični in zato izločeni iz vrednotenja.

Preglednica 14: Ocene ranljivosti elementov in pomembnosti nevarnosti

	NEVARNOSTI						
	suša	poplave	vročina, visoke temp.	neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	plazovi	požar	žled, moker sneg
Komentar: na obrobljenih poljih so ocene, pridobljene na strokovnih delavnicah. Ostale ocene so ekspertne ocene (IJS_CEU). Z zvezdico(*) so označene korigirane ocene z delavnic (korekcije MOPE-IJS_CEU). Z dvema zvezdicama(**) so označene korigirane ocene na podlagi pripomb sodelujočih podjetij in institucij po pregledu končnega osnutka poročila (17_11_2025).							
Električna energija							
<u>Pretvorniki</u>							
Uvoz	1	1	1	4	2	2	4
NE	2	1**	2	1**	1	1	1
TE	1	1	2	2	1	1	1
HE	3	3	1	1	2	1	1
FNE	1	1	3	4**	1	2	2
ostale fosilne_E	1	1	1	2	1	2	2
ostale OVE_E	2	2	1	4**	1	2	1
<u>Infrastruktura</u>							
Prenosno omrežje	1	1	1	4	2	2	4
Distribucijsko omrežje	1	3**	2**	4	2	1	4
<u>Oskrba</u>							
Odjemna mesta	1	3*	2	2	1	2	1
E-polnilnice	1	2	2	2	1	3	1
Dobavitelji	1	1	1	1	1	1	1
Plin							
<u>Pretvorniki</u>							
Uvoz	1	3	1	1	3	1	1
P2x	2	2	1	2	1	2	1
Uplinjevalniki	1	2	1	2	1	2	1
<u>Infrastruktura</u>							
Prenosno omrežje	1	3	1	1	3	1	1
Distribucijsko omrežje	1	3	1	1	3	1	1
<u>Oskrba</u>							
Odjemna mesta	1	3*	1	2	1	2	1
Plinohrami(slo)	1	2	1	2	2	3	1
Polnilnice	1	3	1	1	3	2	1
Dobavitelji	1	1	1	1	1	1	1
Tekoča goriva							
<u>Pretvorniki</u>							
Uvoz	1	2	1	1	3	2	2
P2x	2	2	1	2	1	2	1
<u>Infrastruktura</u>							
Centralna skladišča	1	3	1	1	1	2	1
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	1	2	1	1	3	2	2
<u>Oskrba</u>							
Vozila/cisterne	1	3*	1	2	3	1	2
Bencinske črpalke	1	4	1	1	3	2	1
Lokalna skladišča	1	2	1	2	2	3	1
Dobavitelji	1	1	1	1	1	1	1
Trda goriva							
<u>Pretvorniki</u>							
Uvoz	1	2	1	1	3	2	2
Lignit	1	2	1	1	2	1	1
Priprava drv, sekancev, peletov	2	3	1	1	1	3	3
<u>Infrastruktura</u>							
Centralna skladišča/silos	1	2	1	1	2	2	1
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	1	2	1	1	3	2	2
<u>Oskrba</u>							
Vozila/kamioni	1	3*	1	2	3	1	2
Lokalna skladišča	1	2	1	2	2	3	1
Dobavitelji	1	1	1	1	1	1	1

	NEVARNOSTI						
	suša	poplave	vročina, visoke temp.	neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	plazovi	požar	žled, moker sneg
<i>Komentar: na obrabljjenih poljih so ocene, pridobljene na strokovnih delavnicah. Ostale ocene so ekspertne ocene (IJS_CEU). Z zvezdico(*) so označene korigirane ocene z delavnic (korekcije MOPE-IJS_CEU). Z dvema zvezdicama(**) so označene korigirane ocene na podlagi pripomb sodelujočih podjetij in institucij po pregledu končnega osnutka poročila (17_11_2025).</i>							
Trda goriva							
<i>Pretvorniki</i>							
Uvoz	1	2	1	1	3	2	2
Lignit	1	2	1	1	2	1	1
Priprava drv, sekancev, peletov	2	3	1	1	1	3	3
<i>Infrastruktura</i>							
Centralna skladišča/silos	1	2	1	1	2	2	1
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	1	2	1	1	3	2	2
<i>Oskrba</i>							
Vozila/kamioni	1	3*	1	2	3	1	2
Lokalna skladišča	1	2	1	2	2	3	1
Dobavitelji	1	1	1	1	1	1	1
Toplota							
<i>Pretvorniki</i>							
TE(toplota) toplarne	1	1	2	2	1	1	1
Kotlovnice	1	2	1	2	1	3	1
SPTe (toplota)	1	2	1	2	1	3	1
Zajem odvečne topote	1	2	1	2	1	2	1
<i>Infrastruktura</i>							
Toplovodno omrežje	1	3	1	1	3	1	1
<i>Oskrba</i>							
Toplotne postaje	1	3**	1	2	1	3	1
Odjemna mesta	1	3*	1	2	1	2	1
Dobavitelji	1	1	1	1	1	1	1
Vsota ocen posameznih nevarnosti	52	95	53	79	78	81	64
Rang nevarnosti	7	1	6	3	4	2	5

Preglednica 15: Ocena izpostavljenosti sektorja energetika posameznim nevarnostim

IZPOSTAVLJENOST	NEVARNOSTI						
	suša	poplave	vročina, visoke temp.	neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	plazovi	požar	žled, moker sneg
magnituda (1 majhna ... 5 ekstremna)	3	5	2	4	4	2	3
frekvenca (1 na 50 let, 5 večkrat letno)	3	3	5	5	2	2	4
prostorsko (1 20% SLO, 5 100% SLO)	4	3	4	4	3	3	4
SKUPAJ [%]	29%	36%	32%	64%	19%	10%	38%

Preglednico izpostavljenosti posameznim nevarnostim smo pripravili na podlagi magnitude, frekvenca in prostorske razširitve posamezne nevarnosti. Podali smo ekspertne ocene glede na trenutno podnebno stanje. Pri določitvi ocen smo si pomagali predvsem z Atlasom okolja, dosedanjimi podnebnimi trendi in analizami ARSO in drugimi izdelanimi študijami, programi (npr. Scalar).

Izračun povprečne ranljivosti elementov (z izločitvijo treh najmanjših ocen vsakega elementa) prikazuje Preglednica 16. Uteženo oceno ranljivosti dobimo kot zmnožek povprečne ranljivosti in uteži elementa glede na energetski nosilec. Rang utežene ocene ranljivosti elementov v Preglednici 17 pokaže, da je za energetski sistem najbolj problematična ranljivost elektro distribucijskega omrežja, sledita prenos električne energije in uvoz električne energije (odvisen je od prenosnega omrežja) ter FNE. V Preglednici 16 in 17 so prikazani še izračuni izpostavljenosti in izračun vpliva elementa na energetski sektor ter rang posameznih elementov. Rezultati kažejo, da so najbolj izpostavljeni distribucijsko elektro omrežje ter prenosno elektro omrežje in uvoz električne energije. Največji vpliv, povezan s podnebjem, je na prenosno elektro omrežje, sledi uvoz tekočih goriv in distribucijsko elektro omrežje.

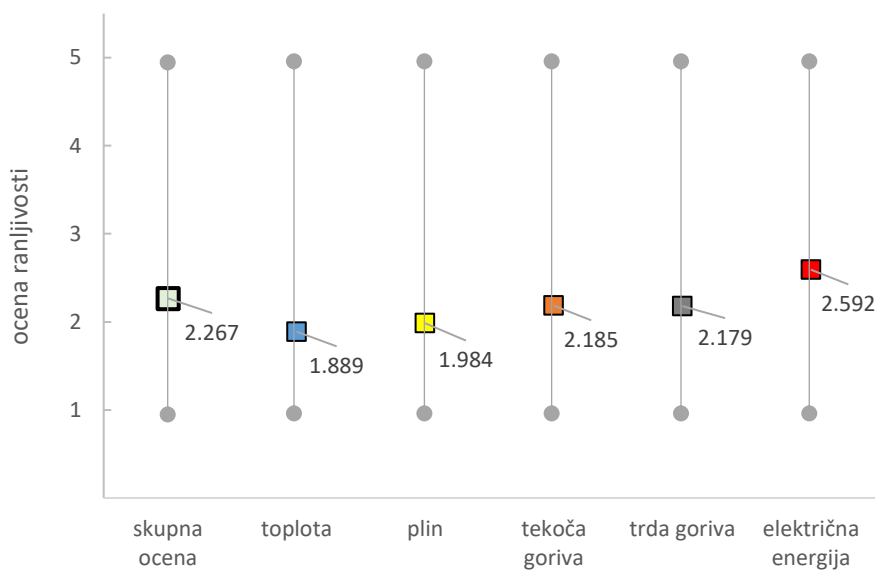
Preglednica 16: Ocene ranljivosti, izpostavljenosti in vpliva

	RANLJIVOST			IZPOSTAVLJENOST		VPLIV		
	Povprečna ranljivost (brez treh najnižjih ocen)	RANG povprečne ranljivosti	Utežena ocena ranljivosti	Izpostavljenost elementa	RANG	VPLIV glede na izpostavljenost in pomembnost elementa	RANG VPLIVA elementa GENERALNO	RANG VPLIVA elementa v podsektorju
Električna energija	Ocena ranljivosti podsektorja: 2.592							
<i>Pretvorniki</i>								
Uvoz	3.00	2	0.21	5.64	2	0.13	7	3
NE	1.50	37	0.18	2.89	39	0.12	11	5
TE	1.50	37	0.10	3.24	35	0.07	16	7
HE	2.25	10	0.22	3.77	13	0.12	9	4
FNE	2.75	4	0.06	5.32	4	0.04	23	8
ostale fosilne_E	1.75	32	0.04	3.40	28	0.03	29	9
ostale OVE_E	2.50	6	0.03	4.94	5	0.02	33	10
<i>Infrastruktura</i>								
Prenosno omrežje	3.00	2	1.02	5.64	2	0.63	1	1
Distribucijsko omrežje	3.50	1	0.53	6.58	1	0.33	3	2
<i>Oskrba</i>								
Odjemna mesta	2.25	10	0.17	4.06	9	0.10	13	6
E-polnilnice	2.25	10	0.02	3.79	12	0.01	35	11
Dobavitelji	1.00	41	0.01	2.28	41	0.01	36	12
Plin	Ocena ranljivosti podsektorja: 1.984							
<i>Pretvorniki</i>								
Uvoz	2.00	22	0.74	3.38	29	0.23	4	1
P2x	2.00	22	0.02	3.66	16	0.01	42	8
Uplinjevalniki	1.75	34	0.02	3.38	33	0.01	40	7
<i>Infrastruktura</i>								
Prenosno omrežje	2.00	22	0.70	3.38	29	0.21	5	2
Distribucijsko omrežje	2.00	22	0.34	3.38	29	0.10	12	3
<i>Oskrba</i>								
Odjemna mesta	2.00	22	0.10	3.74	14	0.03	25	4
Plinohrami(slo)	2.25	11	0.03	3.66	16	0.01	37	5
Polnilnice	2.25	11	0.01	3.48	25	0.00	45	9
Dobavitelji	1.00	41	0.02	2.28	41	0.01	39	6
Tekoča goriva	Ocena ranljivosti podsektorja: 2.185							
<i>Pretvorniki</i>								
Uvoz	2.25	11	1.14	3.50	21	0.60	2	1
P2x	2.00	22	0.03	3.66	16	0.02	32	8
<i>Infrastruktura</i>								
Centralna skladišča	1.75	34	0.19	3.10	37	0.12	10	4
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	2.25	11	0.29	3.50	21	0.15	6	2
<i>Oskrba</i>								
Vozila/cisterne	2.50	6	0.22	4.41	6	0.13	8	3
Bencinske črpalke	2.50	6	0.16	3.84	10	0.08	15	5
Lokalna skladišča	2.25	11	0.12	3.66	16	0.07	17	6
Dobavitelji	1.00	41	0.04	2.28	41	0.03	27	7
Trda goriva	Ocena ranljivosti podsektorja: 2.179							
<i>Pretvorniki</i>								
Uvoz	2.25	11	0.365	3.50	21	0.06	19	2
Lignit	1.50	38	0.238	2.83	40	0.04	22	5
Priprava drv, sekancev, peletov	2.75	5	0.603	4.25	8	0.09	14	1
<i>Infrastruktura</i>								
Centralna skladišča/silos	1.75	34	0.171	2.93	38	0.03	26	6
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	2.25	11	0.343	3.50	21	0.05	20	3
<i>Oskrba</i>								
Vozila/kamioni	2.50	6	0.268	4.41	6	0.05	21	4
Lokalna skladišča	2.25	11	0.161	3.66	16	0.03	30	7
Dobavitelji	1.00	41	0.032	2.28	41	0.01	41	8
Toplota	Ocena ranljivosti podsektorja: 1.889							
<i>Pretvorniki</i>								
TE(toplota) toplarne	1.50	37	0.238	3.24	35	0.03	28	3
Kotlovnice	2.00	22	0.421	3.47	26	0.04	24	2
SPT (toplota)	2.00	22	0.226	3.47	26	0.02	31	4
Zajem odvečne toplot	1.75	32	0.049	3.38	33	0.00	44	8
<i>Infrastruktura</i>								
Toplovodno omrežje	2.00	22	0.660	3.38	29	0.06	18	1
<i>Oskrba</i>								
Toplotne postaje	2.25	10	0.166	3.83	11	0.01	34	5
Odjemna mesta	2.00	22	0.086	3.74	14	0.01	38	6
Dobavitelji	1.00	41	0.043	2.28	41	0.01	43	7
	OCENA RANLJIVOSTI SEKTOJA ENERGETIKA: 2.267							

Preglednica 17: Rangji ranljivosti, izpostavljenosti in vpliva

	Ranljivost	Izpostavljenost	Vpliv
Električna energija			
<i>Pretvorniki</i>			
Uvoz	2	2	7
NE	37	39	11
TE	37	35	16
HE	10	13	9
FNE	4	4	23
ostale fosilne_E	32	28	29
ostale OVE_E	6	5	33
<i>Infrastruktura</i>			
Prenosno omrežje	2	2	1
Distribucijsko omrežje	1	1	3
<i>Oskrba</i>			
Odjemna mesta	10	9	13
E-polnilnice	10	12	35
Dobavitelji	41	41	36
Plin			
<i>Pretvorniki</i>			
Uvoz	22	29	4
P2x	22	16	42
Uplinjevalniki	34	33	40
<i>Infrastruktura</i>			
Prenosno omrežje	22	29	5
Distribucijsko omrežje	22	29	12
<i>Oskrba</i>			
Odjemna mesta	22	14	25
Plinohrami(slo)	11	16	37
Polnilnice	11	25	45
Dobavitelji	41	41	39
Tekoča goriva			
<i>Pretvorniki</i>			
Uvoz	11	21	2
P2x	22	16	32
<i>Infrastruktura</i>			
Centralna skladišča	34	37	10
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	11	21	6
<i>Oskrba</i>			
Vozila/cisterne	6	6	8
Bencinske črpalke	6	10	15
Lokalna skladišča	11	16	17
Dobavitelji	41	41	27
Trda goriva			
<i>Pretvorniki</i>			
Uvoz	11	21	19
Lignit	38	40	22
Priprava drv, sekancev, peletov	5	8	14
<i>Infrastruktura</i>			
Centralna skladišča/silos	34	38	26
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	11	21	20
<i>Oskrba</i>			
Vozila/kamioni	6	6	21
Lokalna skladišča	11	16	30
Dobavitelji	41	41	41
Toplota			
<i>Pretvorniki</i>			
TE(toplota) toplarne	37	35	28
Kotlovnice	22	26	24
SPTe (toplota)	22	26	31
Zajem odvečne topote	32	33	44
<i>Infrastruktura</i>			
Toplovodno omrežje	22	29	18
<i>Oskrba</i>			
Toplotne postaje	10	11	34
Odjemna mesta	22	14	38
Dobavitelji	41	41	43

Če seštejemo utežene ocene ranljivosti vseh elementov posameznega podsektorja, dobimo podsektorske ocene ranljivosti. Izračun pokaže, da je v Sloveniji najbolj ranljiv podsektor električne energije (2,592), sledi oskrba s tekočimi gorivi (2,185), oskrba s trdimi gorivi (2,179), plinom (1,984) in toploto (1,889). Skupno oceno ranljivosti sektorja energetike (2,267) dobimo kot uteženo vsoto ranljivosti podsektorjev (utež je ocena pomembnosti podsektorja za sektor energetike). Slika 15 prikazuje skupno oceno in podsektorske ocene ranljivosti v grafični obliki.



Slika 15: Skupna ocena in podsektorske ocene ranljivosti

8 Opredelitev scenarijev podnebnih sprememb

Kot izhaja iz ocene ranljivosti so največja podnebna tveganja oz. nevarnosti za sektor energetike poplave, sledi požar, nato neurja: toča, zelo močan veter, nalivi, udari strel; sledijo plazovi, nato žled in moker sneg, vročina, visoke temperature in kot zadnja suša. Razvrstitev je podana na vsoto ocen ranljivosti posameznih elementov. Poplave predstavljajo tveganje za največ elementov, niso pa tveganja za poplave izrazito visoko ocenjena, kot je lahko pri posameznih elementih za neko drugo tveganje npr. žled, moker sneg ali neurje.

Glede na predlagano metodologijo je za scenarije podnebnih sprememb (glej spodaj) v nadaljnjih korakih, poleg trenutnega podnebnega stanja oz. podajanja ocene, potrebno oceniti izpostavljenost tudi za spodnje tri scenarije (RCP4.5 2041–2070), (RCP4.5 2071–2100) in RCP 8.5 (2071–2100) ter kasneje tudi za njih podati oceno vplivov.

Podnebni scenariji so povzeti po scenarijih ARSO. Za plazove in žled ni projekcij, za požare je bila izdelana ocena požarne nevarnosti, ki opisno poda tudi oceno za spreminjajoče se podnebje. Potrebno je poudariti, da so podnebni scenariji ARSO izdelani na izhodiščno stanje (referenčno obdobje) za obdobje 1981-2010. Scenariji ARSO prikazujejo odstopanje do 30 letnih povprečnih razmer v prihodnosti v primerjavi z referenčnim obdobjem 1981-2010. V obdobju od 2010 do danes smo v Sloveniji zabeležili kar nekaj ekstremnih dogodkov, ki pa niso zajeti v referenčno obdobje. Za bolj aktualno stanje bi veljalo projekcije osvežiti in izdelati za novejšo referenčno obdobje.

Preglednica 18: Podnebni scenariji

Nevarnosti	RCP4.5 (2041–2070)	RCP4.5 (2071–2100)	RCP8.5 (2071–2100)	kazalnik
poplave	<p>a) največja dnevna višina padavin bo po vsej Sloveniji narasla,</p> <p>največja rast padavin je pričakovana pozimi, le poleti pa je predvsem za zahodno Slovenijo in del vzhodne Slovenije pričakovano zmanjšanje povprečne višine padavin,</p> <p>e) veliki pretoki oz. srednje letne konice se bodo po vsej državi povečale, v večini za 5-20 %, ponekod pa tudi do 40 %, pričakuje se povečanje 100 letnih nivojev voda,</p> <p>povečanje velikih pretokov bo proti koncu stoletja med 20 in 40 % na skoraj vseh vodomernih postajah</p>	<p>a) največja dnevna višina padavin bo po vsej Sloveniji še bolj narasla oz. bo povečanje še večje, kot do obdobja 2070,</p> <p>c) povečalo se bo število dni z višino padavin nad 20 mm na letni ravni, do konca stoletja se bo povečanje stopnjevalo,</p> <p>Število srednje intenzivnih dogodkov (10 mm padavin) se bo občutno povečalo šele ob koncu stoletja, zanesljivo povečanje je le na SV,</p> <p>d) za celotno Slovenijo se na letni ravni pričakuje povišanje povprečne višine padavin, predvsem v zimskem času,</p> <p>ob koncu stoletja se bo izdatnost najmočnejših padavin na vzhodu države povečala do 50 %,</p> <p>e) tudi po tem scenariju je pričakovati povečanje velikih pritokov po celi državi, še nekoliko bolj izraziteje oz. povečanja med 20-40 %. Pričakuje se tudi povečanje 100 letnih nivojev voda</p>	<p>a) višina petdnevni mesečnih najobilnejših padavin se bo za celotno državo zvišala pozimi,</p> <p>b) enodnevne izjemne padavine bodo na celotnem ozemlju Slovenije spomladi in pozimi obilnejše,</p> <p>število srednje intenzivnih dogodkov (10 mm padavin) se bo občutno povečalo, z gotovostjo le na SV),</p> <p>c) število dni z višino padavin nad 20 mm (velika količina), se bo zanesljivo povečalo po celi državi, z izjemo alpsko-dinarske pregrade,</p> <p>d) na letni ravni se pričakuje povečanje povprečne višine padavin, predvsem pozimi. Se pa poleti kaže zmanjšanje padavin, po celotni srednji in zahodni Sloveniji in tudi na S delu,</p> <p>ob koncu stoletja se bo izdatnost najmočnejših padavin na vzhodu države povečala do 80 %,</p> <p>e) povečanje velikih pretokov bo proti koncu stoletja med 20 in 40 % na skoraj vseh vodomernih postajah,</p>	<p>a) najvišje mesečne vrednosti dnevni in večdnevni padavin,</p> <p>b) enodnevne izjemne padavine,</p> <p>c) število dni z več kot 20 ali 50 mm padavin,</p> <p>d) povprečna višina letnih padavin,</p> <p>e) povečanje velikih pretokov</p>

			<p>pričakovati je tudi povečanje 100 letnih nivojev voda,</p> <p>večja povečanja se pričakuje za SV države</p>	
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	pri povprečni hitrosti vetra ni zaznati sprememb	pri povprečni hitrosti vetra ni zaznati sprememb	<p>pri povprečni hitrosti vetra ni zaznati sprememb,</p> <p>analize (Radler in sod., 2018) kažejo, da bo do 20 % več neviht, več bo tudi neviht z vetrom nad 25m/s, od 40-80 % več neviht s točo večjo od 2 cm in do 80-160 % več neviht s točo večjo kot 5 cm,</p> <p>pri projekcijah za nevihte sicer velja še velika negotovost</p>	
plazovi	/ni projekcij	/	/	<p>karta plazov,</p> <p>opozorilna karta verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov</p>
požar	<p>po letu 2040 bi se zaradi povečanja padavin lahko povečevanje št. požarov nekoliko upočasnilo,</p> <p>največje povečanje požarov je najbolj verjetno na JZ države</p>	<p>po letu 2070 bi se povečanje števila požarov lahko še bolj upočasnilo ali celo ustavilo, največje povečanje požarov je najbolj verjetno na JZ države</p> <p>število požarov bo višje kot danes, največji del povečanja do 2040, povišanje bo največje na JZ in delno na J države, na SV pa bo požarov verjetno manj</p>	<p>Večje povečanje števila požarov oz. počasnejše upočasnjevanje, verjetnost za zmanjšanje požarov na SV še večja- povečanje padavin, ni problematično za požare na prostem, število požarov bo verjetno višje kot danes, največji del povečanja se bo zgodil do 2040. Zmanjšanje se predvideva v hladni polovici in povečanje v topli polovici leta.</p>	<p>Vir: https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/URSZR/Dato-teke/Ocene-ogrozenosti/ocena_ogrozenosti_pozari.pdf</p>
žled	ni projekcij	ni projekcij	<p>kakovostne projekcije žledu so v Sloveniji skoraj nemogoče; za to bi potrebovali model z ločljivostjo vsaj 1km; ARSO predvideva, da se bo po nižinah žled pojavljal manj pogosto, za sredogorje in visokogorje pa slika ni več tako jasna (vir: mail ARSO, 14.11.2025)</p>	
vročina, visoke temperature	<p>število vročih dni bo naraslo, neke do 9, v vzhodni in osrednji in zahodni Sloveniji nad 10,</p> <p>število vročinskih valov bo naraslo, dogodkov bo do 2 ali 4x več kot v primerjalnem obdobju, narasla bo tudi dolžina vročinskega vala,</p> <p>povprečna dnevna najvišja temperatura bo zrasla za 2°C</p>	<p>število vročih dni bo še naraslo in sicer bo nad 9 vročih dni (v povprečju), ponovno jih bo več v vzhodni, osrednji in zahodni Sloveniji,</p> <p>število vročinskih valov bo še naraslo predvsem v vzhodni in tudi južni Sloveniji, število dni je v primerjavi z obdobjem 2041-2071 nekoliko krajše,</p> <p>povprečna dnevna najvišja temperatura bo zrasla za 2°C</p>	<p>konec stoletja v nižinskem delu tudi do 60 vročih dni več, kot v primerjalnem obdobju,</p> <p>število vročinskih valov se bo v celotni Sloveniji povečalo za do 4x,</p> <p>podaljšala se bo dolžina vročinskega vala in sicer v zahodni Sloveniji, povprečni vročinski val naj bi tam trajal kar 13 dni, drugje pa 9,</p> <p>povprečna najvišja temperatura bo zrasla za 4°C</p>	<p>število vročih dni (temp. nad 30),</p> <p>število vročinskih valov (definicija EHF) in dolžina vročinskega vala (maj-sept),</p> <p>dnevna najvišja temperatura</p>
suša	ni statistično značilnih/zanesljivih sprememb	<p>povečal se bo največji vodni primanjkljaj do 40 mm na letni ravni in poleti nad JZ Slovenijo, jeseni pa nad večjim območjem tudi do 70 mm</p>	<p>pozimi pričakujemo zmanjšanje največjega vodnega primanjkljaja do 40 mm, na letni ravni je zanesljivo povečanje največjega vodnega primanjkljaja do 70 mm, nad nekaterimi območji tudi do 100 mm</p>	<p>sprememba vodnega primanjkljaja</p>

V sklopu naloge smo izvedli preliminarno analizo vpliva podnebnih sprememb na sektor energetike v skladu s scenarijem RCP 8.5 v obdobju 2071–2100. Gre za t. i. pesimistični scenarij, ki večjih uspehov pri zmanjšanju emisij TGP ne predvideva, po tem scenariju se izpusti do konca 21. stoletja stalno povečujejo. V postopku izdelave ocene smo glede na scenarij RCP 8.5 spremenili le ocene izpostavljenosti. Ocene ranljivosti so ostale enake, kot smo jih ocenili za trenutno stanje podnebja. Za potrebe naše metodologije smo tudi nekoliko spremenili definicijo pojma izpostavljenosti, in sicer smo za določanje ocene izpostavljenosti ocenili spremembo magnitude, pogostosti (frekvence) in prostorskega vpliva ključnih podnebnih nevarnosti. Ocenjene spremembe parametrov izpostavljenosti so prikazane v Preglednici 19. Primerjava uteži posamezne nevarnosti kaže na predvideno spremembo izpostavljenosti energetskega sektorja v Sloveniji. Predvidevamo, da bodo ob koncu 21. stoletja neurja še vedno predstavljala največjo nevarnost, sledile bodo poplave in visoke temperature. Najbolj naj bi se povečala nevarnost požarov (125 %), vročine (100 %), poplav (78 %) in plazov (50 %). Ob tem je treba poudariti, da je izpostavljenost požarom še zmeraj veliko nižja, kot npr. izpostavljenost neurjem. Na drugi strani naj bi bila nevarnost žledu in mokrega snega (vsaj po nižinah, kjer je velika večina energetske infrastrukture) zaradi dviga temperature manjša za 75 %.

Preglednica 19: Sprememba uteži nevarnosti po scenariju RCP 8.5

		NEVARNOSTI						
		suša	poplave	vročina, visoke temp.	neurje: toča, zelo močan veter, udari strele, nalivi	plazovi	požar	žled, moker sneg
IZPOSTAVLJENOST 2025	magnituda (1 majhna ... 5 ekstremna)	3	5	2	4	4	2	3
	frekvenca (1 na 50 let, 5 večkrat letno)	3	3	5	5	2	2	4
	prostorsko (1 20% SLO, 5 100% SLO)	4	3	4	4	3	3	4
	SKUPAJ [%]	29%	36%	32%	64%	19%	10%	38%
IZPOSTAVLJENOST RCP 8.5	magnituda (1 majhna ... 5 ekstremna)	3	5	4	5	4	3	3
	frekvenca (1 na 50 let, 5 večkrat letno)	4	4	5	5	3	3	2
	prostorsko (1 20% SLO, 5 100% SLO)	4	4	4	4	3	3	2
	SKUPAJ [%]	38%	64%	64%	80%	29%	22%	10%
SPREMEMBA IZPOSTAVLJENOSTI		33%	78%	100%	25%	50%	125%	-75%

Z analizo smo želeli ugotoviti, kako bi podnebne spremembe po scenariju RCP 8.5 vplivale na obstoječe stanje elementov sektorja energetike. Zato v analizi ocen ranljivosti nismo spreminjali in smo izhajali iz ekspertnih ocen za leto 2025. Primerjave sprememb izpostavljenosti elementov energetskega sektorja so prikazane v Preglednici 20. V povprečju naj bi se izpostavljenost elementov povečala za 38 %, kar kaže na nujno in pospešeno prilagajanje elementov energetskega sektorja na podnebne spremembe. Glede na rezultate bodo spremembe najbolj prizadele ostale fosilne elektrarne (zaradi visoko ocenjene ranljivosti na neurja), bencinske črpalke in druge elemente za neposredno oskrbo končnih uporabnikov. Ti elementi imajo v energetskega sektorju manjši vpliv (manjšo utež) zaradi razpršenosti in manjšega vpliva končnih elementov na oskrbne verige. Vpliv na velike enote za proizvodnjo električne energije se naj bi povečal za približno 40 %, vpliv na prenosno (11 %) in distribucijsko elektro omrežje (21 %) pa naj bi bil manjši predvsem zaradi zmanjšane izpostavljenosti žledu. Zaradi večje ranljivosti za poplave in plazove bo izpostavljenost (podzemnih) cevovodov in cestne infrastrukture večja, kar vpliva na predvidoma večjo izpostavljenost plinske in toplovodne infrastrukture (45 %), pa tudi na večjo izpostavljenost prometne infrastrukture (31 %), ki je ključna za distribucijo tekočih in trdih goriv. Zanimiv je prikaz sprememb vrstnega reda elementov po izpostavljenosti. V podsektorju električne energije z izjemo manjših proizvodnih enot ni večjih sprememb v vrstnem redu, večje so spremembe v plinskem podsektorju, oskrbi s toploto in tekočimi gorivi.

Preglednica 20: Sprememba izpostavljenosti elementov po scenariju RCP 8.5

	Izpostavljenost 2025		Izpostavljenost RCP 8.5		SPREMEMBA	
	Izpostavljenost elementa	RANG	Izpostavljenost elementa	RANG	IZPOSTAVLJENOST (Iz_RCP8.5 / Iz_2025)	RANG (Rang_2025 - Rang_RCP8.5)
Električna energija						
<i>Pretvorniki</i>						
Uvoz	5.640	2	6.256	4	11%	-2
NE	2.888	39	4.088	39	42%	0
TE	3.240	35	4.504	35	39%	0
HE	3.768	13	5.4	12	43%	1
FNE	5.320	4	7.056	2	33%	2
ostale fosilne_E	3.400	28	4.176	38	23%	-10
ostale OVE_E	4.944	5	6.704	3	36%	2
<i>Infrastruktura</i>						
Prenosno omrežje	5.640	2	6.256	4	11%	-2
Distribucijsko omrežje	6.584	1	7.96	1	21%	0
<i>Oskrba</i>						
Odjemna mesta	4.056	9	6	6	48%	3
E-polnilnice	3.792	12	5.576	10	47%	2
Dobavitelji	2.280	41	3.064	41	34%	0
Plin						
<i>Pretvorniki</i>						
Uvoz	3.384	29	4.92	24	45%	5
P2x	3.664	16	5.104	20	39%	-4
Uplinjevalniki	3.376	33	4.72	28	40%	5
<i>Infrastruktura</i>						
Prenosno omrežje	3.384	29	4.92	24	45%	5
Distribucijsko omrežje	3.384	29	4.92	24	45%	5
<i>Oskrba</i>						
Odjemna mesta	3.736	14	5.36	13	43%	1
Plinohrami(slo)	3.664	16	5.224	16	43%	0
Polnilnice	3.480	25	5.136	19	48%	6
Dobavitelji	2.280	41	3.064	41	34%	0
Tekoča goriva						
<i>Pretvorniki</i>						
Uvoz	3.504	21	4.592	30	31%	-9
P2x	3.664	16	5.104	20	39%	-4
<i>Infrastruktura</i>						
Centralna skladišča	3.096	37	4.56	34	47%	3
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	3.504	21	4.592	30	31%	-9
<i>Oskrba</i>						
Vozila/cisterne	4.408	6	5.816	7	32%	-1
Bencinske črpalke	3.840	10	5.776	9	50%	1
Lokalna skladišča	3.664	16	5.224	16	43%	0
Dobavitelji	2.280	41	3.064	41	34%	0
Trda goriva						
<i>Pretvorniki</i>						
Uvoz	3.504	21	4.592	30	31%	-9
Lignit	2.832	40	3.992	40	41%	0
Priprava drv, sekancev, peletov	4.248	8	5.352	15	26%	-7
<i>Infrastruktura</i>						
Centralna skladišča/silos	2.928	38	4.208	37	44%	1
Transportna infrastruktura(ceste/žel.)	3.504	21	4.592	30	31%	-9
<i>Oskrba</i>						
Vozila/kamioni	4.408	6	5.816	7	32%	-1
Lokalna skladišča	3.664	16	5.224	16	43%	0
Dobavitelji	2.280	41	3.064	41	34%	0
Toplota						
<i>Pretvorniki</i>						
TE(toplota) toparne	3.240	35	4.504	35	39%	0
Kotlovnice	3.472	26	4.936	22	42%	4
SPTE (toplota)	3.472	26	4.936	22	42%	4
Zajem odvečne topote	3.376	33	4.72	28	40%	5
<i>Infrastruktura</i>						
Toplovodno omrežje	3.384	29	4.92	24	45%	5
<i>Oskrba</i>						
Toplotne postaje	3.832	11	5.576	10	46%	1
Odjemna mesta	3.736	14	5.36	13	43%	1
Dobavitelji	2.280	41	3.064	41	34%	0

9 Izpostavljenost

V nadaljnjih korakih analize nismo več obravnavali energetskega sektorja kot celote, ampak smo podrobneje, skladno z metodologijo IPCC, izdelali ekspertne ocene in analize za posamezne elemente in tveganja. Določili smo izpostavljenost (glede na podano definicijo metodologije) za tveganja za različne posamezne elemente sektorja, glede na trenutno stanje podnebja. Ocene ranljivosti kažejo, da so največje tveganje za energetski sektor poplave, sledijo požari, nato neurje (toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi), plazovi, žled in moker sneg, vročina, visoke temperature in kot zadnja suša. Naprej smo podrobneje ocenili le elemente, za katere je bila ocena ranljivosti iz Preglednice 16 (povprečna ranljivost brez najnižjih ocen) enaka ali večja od 2,5. Teh elementov je osem, med njimi kar pet elementov iz podsektorja električne energije. Obravnavo vozil za transport trdih in tekočih goriv smo združili, ker imajo enako oceno ranljivosti. V nadaljevanju smo izpostavljenost ocenjevali le za tveganja, kjer je bila ocena ranljivosti pri izbranih elementih ocenjena z vrednostjo 3 ali več. Za tovrstni pristop smo se odločili, ker metoda v nadaljevanju zahteva delo z matrikami, prav tako pa smo hoteli prikazati, da je lahko posamezni element bolj ranljiv, čeprav glede na utež, ki jo ima v energetskem sektorju, ni posebej izpostavljen. Zavedati se namreč moramo, da prilagajanje na podnebne spremembe navsezadnje poteka na nivoju posameznih elementov. Ravno tako nismo ocenjevali uvoza, saj na dogajanja zunaj meja države nimamo neposrednega vpliva.

Oceno izpostavljenosti smo določili na ekspertni ravni. Pri oceni smo si pomagali z Atlasom okolja (območje pomembnega vpliva poplav, plazovitostjo območij, mrežo državnih cest), Oceno tveganja za žled, sistemom (kartami) Scalar. Ocene izpostavljenosti so podane na lestvici od 1–5, pri čemer je 5 visoka izpostavljenost in 1 nizka.

Preglednica 21: Izpostavljenost poplave

Tveganje	Izbrani element sektorja	Kazalec izpostavljenosti	Ocena izpostavljenosti	Obrazložitev
poplave	vozila za transport trdih in tekočih goriv	delež cestnih povezav na poplavnih območjih	4	Oskrba po cestah, po transportnih poteh.
poplave	priprava drv, sekancev, peletov	delež skladišč in predelovalnih obratov na poplavnih območjih	3	
poplave	bencinske črpalke	delež bencinskih črpalk na poplavnih območjih	3	Cestne povezave po navadi potekajo po dolinah, tam so tudi bencinske črpalke in hkrati večja možnost poplav.
poplave	distribucijsko omrežje (EE)	delež podzemnega distribucijskega omrežja in kabelskih transformatorskih postaj na poplavnem območju	3	Izpostavljeni so predvsem jaški in kabelska kanalizacija, kleti energetskih objektov in tudi kabelske transformatorske postaje na poplavnih območjih ter priključne omarice.

Preglednico izpostavljenosti za poplave smo pripravili na podlagi ekspertne ocene strokovnjakov. Kot najbolj izpostavljene za poplave smo ocenili transportna vozila, ki za svojo pot potrebujejo prometno infrastrukturo. Ta je zelo razvejana in gosta. Nižjo oceno izpostavljenosti 3 pa imajo priprava drv, sekancev, peletov, in bencinske črpalke.

Preglednica 22: Izpostavljenost plazovi

Tveganje	Izbrani element sektorja	Kazalec izpostavljenosti	Ocena izpostavljenosti	Obrazložitev
plazovi	vozila za transport trdih in tekočih goriv	delež prometnih povezav na plazovitih območjih	3	Oskrba po cestah in transportnih poteh. Večina pomembnih cest je na manj ogroženih območjih. Ravninski SV del SLO je manj ogrožen.
plazovi	bencinske črpalke	delež bencinskih črpalk na plazovitih območjih	2	Že pri gradnji bencinskih črpalk se izogiba plazovitim območjem, ocena nižja tudi z upoštevanjem lokacije cest.

Tudi to preglednico smo pripravili na podlagi ekspertne ocene. Oceno izpostavljenosti vozil za plazove smo ocenili s 3, saj veliko cest poteka po ravninskih predelih Slovenije, kjer nevarnosti za plazove ni. Izpostavljenost bencinskih črpalk smo ocenili z 2, ker so običajno postavljene na ravninskih področjih, kjer je manjša izpostavljenost plazovom.

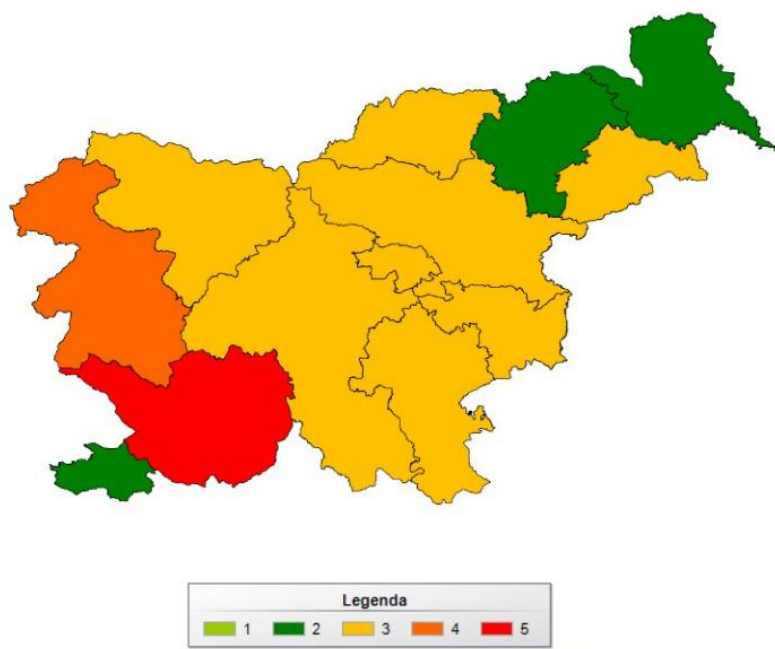
Preglednica 23: Izpostavljenost žled, moker sneg

Tveganje	Izbrani element sektorja	Kazalec izpostavljenosti	Ocena izpostavljenosti	Obrazložitev
žled, moker sneg	priprava drv, sekancev in peletov	delež gozda, kjer se redno pojavlja žled oziroma snegolom	4	Predvsem JZ del Slovenije je izpostavljen žledu, ki se tam lahko pojavlja tudi na letni ravni. Snegolomi se pojavljajo povsod, razen v obalnem pasu.
žled, moker sneg	distribucijsko omrežje	delež nadzemnih vodov %, delež nadzemnih vodov v regijah bolj občutljivih za žled in snegolom	3	Okrog 50 % vodov je že pod zemljo, predvsem JZ del Slovenije pa je še bolj izpostavljen žledu. Snegolomi se pojavljajo povsod, razen v obalnem pasu.
žled, moker sneg	prenosno omrežje	delež nadzemnih vodov, delež nadzemnih vodov v regijah bolj občutljivih za žled in snegolom	4	Večina omrežja je še nad zemljo, žled je prisoten domala povsod po Sloveniji. Snegolomi se pojavljajo povsod, razen v obalnem pasu.

Mokremu snegu je izpostavljena cela Slovenija, izjema je obalni pas. Posledica so snegolomi, ki lahko poškodujejo dele elektroenergetske infrastrukture in povzročijo škodo v gozdovih.

Skoraj celotna Slovenija je izpostavljena žledu. Na podlagi podatkov (1961-2014) le obalni predeli Primorske in del Podravja ter Pomurje sodijo v območja, kjer se žled ne pojavlja ali se pojavlja zelo redko v tanjših plasteh, ki ne povzročajo škode. Območje JZ Slovenije je najbolj ogroženo, saj se je v obdobju 1961-2014 tam pojavljal žled na 1-2 leti in razmeroma pogosto povzroči tudi večjo škodo. Ravno v tem delu Slovenije je bil ob močnem žledu v letu 2014 ponekod potreben sanitarni posek gozda v deležu nad 50 %. Zato smo za pripravo drv, sekancev in peletov in prenosno omrežje določili visoko oceno izpostavljenosti (4). Glede na oceno URSZR največ slovenskih občin sodi v tretji razred tveganja za žled (112). Z oceno izpostavljenosti 3 smo tako ocenili distribucijsko elektroenergetsko omrežje, kjer je delež podzemnega kableskega omrežja že okrog 50 %, nekoliko višjo oceno 4 pa smo pripisali prenosnemu elektroenergetskemu omrežju, ki je zaradi večinoma nadzemnega daljnovodnega omrežja bolj izpostavljen tveganju žleda. V zvezi z žledom je zelo pomembno izpostaviti regionalne razlike glede izpostavljenosti in ogroženosti, saj je ponekod po Sloveniji izpostavljenost nična, drugje pa se je v preteklosti žled pojavljal tudi vsako leto. Kot je razvidno iz poročila URSZR, je najbolj ogrožena regija zaradi žledu Notranjska regija (v njej pa prebiva okrog 3,7 % prebivalcev).

Slika 16: Ogroženost regij zaradi žledu



Razred ogroženosti: 1- zelo majhna, 2- majhna, 3 - srednja, 4 - velika, 5 - zelo velika

Vir: URSZR, 2018.

Preglednica 24: Izpostavljenost neurje

Tveganje	Izbrani element sektorja	Kazalec izpostavljenosti	Ocena izpostavljenosti	Obrazložitev
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	distribucijsko omrežje (EE)	% nadzemnih vodov, maksimalna vrednost gostote strel	3	Neurja se pojavljajo domala po celi Sloveniji, okrog 50 % omrežja je že v podzemni izvedbi.
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	prenosno omrežje	% nadzemnih vodov, maksimalna vrednost gostote strel	4	Neurja se pojavljajo domala po celi Sloveniji, večina omrežja je nadzemne izvedbe in je zato izpostavljeno.
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	FNE	FNE po regijah (za možnost spremljanja regijskih značilnosti), hitrost vetra	4	Neurja so prisotna po celi državi, za njihovo spremljanje nimamo vzpostavljenih kazalcev, uporabljajo se lahko hitrost vetra, pojavnost nalivov, toče.
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	ostale OVE- veter	št. dni z več kot 100 km/h vetra	3	Trenutne vetrne elektrarne stojijo na območjih, kjer piha burja, ko so sunki burje premočni (nekje nad 100 km/h, odvisno od turbine) VE ne obratujejo, v Vipavski dolini je 42 dni na leto s srednje do močno burjo.

Drugo najbolj izpostavljeno tveganje je neurje. Z oceno izpostavljenosti 4 smo ocenili prenosno elektroenergetsko omrežje - ponovno večja izpostavljenost, saj je visokonapetostno omrežje pretežno v nadzemni izvedbi (v primerjavi z distribucijskim omrežjem – ocena 3), in pa fotonapetostne naprave. Te se geografsko pojavljajo povsod po Sloveniji, ravno tako neurja.

Preglednica 25: Izpostavljenost vročina, visoke temperature

Tveganje	Izbrani element sektorja	Kazalec izpostavljenosti	Ocena izpostavljenosti	Obrazložitev
vročina, visoke temperature	distribucijsko omrežje (EE)	% nadzemnih vodov, temperatura zraka, število vročih dni	3	Po celotni Sloveniji temperature rastejo, povečalo se je število vročih in toplih dni, okrog 50 % omrežja je že v podzemni izvedbi.
vročina, visoke temperature	FNE	razporeditev FNE, število vročih dni	4	FNE se pojavljajo povsod po Sloveniji, zato tudi izpostavljenost vročini, z izjemo gorskih in hribovitih predelov je visoka.

Izpostavljenost za vročino ter visoke temperature smo ocenjevali le za distribucijsko elektroenergetsko omrežje in za fotonapetostne naprave. Ponovno je na nižjo oceno za distribucijsko elektroenergetsko omrežje vplival visok delež omrežja v podzemni izvedbi, zato ocena 3. Temperatura narašča po celotni Sloveniji. Nekoliko višji desetletni trendi naraščanja (v obdobju 1961-2011) so opazni v severovzhodnem in jugovzhodnem delu Slovenije (južno od Maribora, okolica Celja, okolica Novega mesta). Trend naraščanja na vzhodu je v splošnem večji kot na zahodu. Najbolj je opazen trend naraščanja poletne povprečne temperature zraka. Fotonapetostne elektrarne so s svojo lokacijo (večina na strehah) izpostavljene višjim temperaturam, zato višja ocena izpostavljenosti 4.

10 Ocena potencialnih vplivov

Združitev ocen ranljivosti in ocen izpostavljenosti nas privede do ocene potencialnih vplivov. V tem koraku smo dodatno določili oceno potencialnih vplivov za tiste elemente, ki smo jih na podlagi ocen ranljivosti ocenili za najbolj ranljive. Do ocene potencialnih vplivov smo prišli s pomočjo matrike iz navodil, kjer združitev ocen ranljivosti in izpostavljenosti privede do ocene potencialnih vplivov. Ocena je podana za trenutno stanje podnebja.

Izpostavljenost	Visoka (5)	3	4	4	5	5
	Srednje visoka (4)	3	3	4	4	5
	Srednja (3)	2	3	3	4	4
	Srednje nizka (2)	2	2	3	3	4
	Nizka (1)	1	2	2	3	3
Matrika vplivov		Nizka (1)	Srednje nizka (2)	Srednja (3)	Srednje visoka (4)	Visoka (5)
Ranljivost						

Slika 17: Matrika za določane vplivov iz izpostavljenosti in ranljivosti (Smithers in Dworak, 2023)

Preglednica 26: Potencialni vplivi: poplave in plazovi

Trenutno stanje	Ocena potencialnih vplivov			
Tveganje	vozila za transport trdih in tekočih goriv	priprava drv, sekancev peletov	bencinske črpalke	distribucijsko omrežje
poplave	4	3	4	3
plazovi	3	/	3	/
požar	/	/	/	/

Kot razberemo iz ocen, ki smo jih pridobili s pomočjo matrike, imajo poplave največji potencialni vpliv na vozila za transport trdih in tekočih goriv bencinske črpalke (ocena 4). Na pripravo drv, sekancev in peletov ter distribucijsko elektro omrežje pa je potencialni vpliv manjši in sicer 3 (srednji vpliv).

Preglednica 27: Potencialni vplivi: žled, moker sneg

Trenutno stanje	Ocena potencialnih vplivov		
Tveganje	distribucijsko omrežje (EE)	prenosno omrežje (EE)	priprava drv, sekancev, peletov
Žled, moker sneg	4	4	4

Žled, moker sneg ima za distribucijsko in za prenosno elektro omrežje srednje visok potencialni vpliv.

Preglednica 28: Potencialni vplivi: neurje

Trenutno stanje	Ocena potencialnih vplivov			
Tveganje	distribucijsko omrežje (EE)	prenosno omrežje (EE)	FNE	ostale OVE-npr. VE
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	4	4	4	4

Neurje ima srednje visok (4) potencialni vpliv na vse zgoraj navedene elemente.

Preglednica 29: Potencialni vplivi: vročina

Trenutno stanje	Ocena potencialnih vplivov	
Tveganje	distribucijsko omrežje (EE)	FNE
vročina	3	4

Potencialni vpliv za vročino pa je ponovno večji za fotonapetostne naprave in sicer srednje visok 4 in nekoliko manjši za distribucijsko elektro omrežje 3.

11 Ocena podnebnih tveganj in priložnosti

V tem zadnjem koraku smo, skladno z navodili, določali oceno verjetnosti in oceno tveganja. Ponovno smo ocene izdelali za elemente, ki so izkazali največjo ranljivost. Pomagali smo si z matrikami iz navodil in sicer smo za verjetnost uporabili lestvico za oceno verjetnosti nastopa neke podnebne nevarnosti, kateri smo dodali ocene od 1–5 (1 – redko, 5 – skoraj zagotovo). Podana ocena je ekspertna ocena, pri njenem oblikovanju pa smo si pomagali predvsem z Atlasom okolja in podatki ter analizami ARSO o stanju podnebja. Ocena je podana za trenutno stanje podnebja.

Pojem	Kvalitativno	Kvantitativno
redko	zelo majhna verjetnost pojava	5 %
malo verjetno	majhna verjetnost pojava	20 %
zmerno	enaka verjetnost, da se pojavi ali ne	50 %
verjetno	verjetno, da se pojavi	80 %
skoraj zagotovo	zelo velika verjetnost pojava	95 %

Slika 18: Lestvica za oceno verjetnosti nastopa neke podnebne nevarnosti (Jevšek, 2023)

Za oceno tveganj smo, skladno z navodili, uporabili spodnjo matriko.

Verjetnost	Visoka (5)	3	4	4	5	5
	Srednje visoka (4)	3	3	4	4	5
	Srednja (3)	2	3	3	4	4
	Srednje nizka (2)	2	2	3	3	4
	Nizka (1)	1	2	2	3	3
Matrika tveganj		Nizek (1)	Srednje nizek (2)	Srednji (3)	Srednje visok (4)	Visok (5)
Vpliv						

Slika 19: Matrika za določanje tveganja iz obsega vpliva in verjetnosti nastopa nevarnosti

Preglednica 30: Določanje verjetnosti in ocena tveganja

Nevarnost	Izbrani element sektorja	Ocena pot. vplivov	Ocena nevarnosti	Ocena verjetnosti pojava nevarnosti	Ocena tveganja
poplave	vozila za transport trdih in tekočih goriv	4	4	4	4
poplave	priprava drv, sekancev, peletov	3	3	4	4
poplave	bencinske črpalke	4	3	4	4
poplave	distribucijsko omrežje (EE)	3	3	4	4
plazovi	vozila za transport trdih in tekočih goriv	3	3	3	3
plazovi	bencinske črpalke	3	3	3	3
žled, moker sneg	priprava drv, sekancev in peletov	4	4	4	4
žled, moker sneg	distribucijsko omrežje (EE)	4	4	4	4
žled, moker sneg	prenosno omrežje (EE)	4	4	4	4
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	distribucijsko omrežje (EE)	4	4	5	5
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	prenosno omrežje (EE)	4	4	5	5
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	FNE	4	4	5	5
neurje: toča, zelo močan veter, udari strel, nalivi	ostale OVE- vetrne elektrarne	4	3	5	5
vročina	distribucijsko omrežje (EE)	3	3	4	4
vročina	FNE	4	3	4	4

Na koncu smo z metodo matrik soočili še vpliv in verjetnost ter tako dobili tveganja. Kot je razvidno iz zgornje tabele največje tveganje (5 – visoko) za distribucijsko elektroenergetsko omrežje, prenosno elektroenergetsko omrežje, fotonapetostne naprave in druge OVE – vetrne elektrarne predstavljajo neurja. Ker neurja zajemajo več pojavov (toča, močan veter, udari strel, nalivi) je tudi zato njihova verjetnost velika, kar posledično pomeni veliko tveganje za neurja. Nižjo oceno tveganja, a še zmeraj visoko 4 imajo za poplave, priprava drv, sekancev, peletov in vozila za transport trdih in tekočih goriv ter bencinske črpalke. Dokaj visoko oceno tveganja (4) ima tudi žled, moker sneg za pripravo drv, sekancev, peletov, enako predstavlja visoko tveganje za distribucijsko in prenosno elektroenergetsko omrežje. Tukaj lahko ponovno izpostavimo, da obstajajo regionalne razlike in tudi, da se ponekod žled pojavlja domala skoraj vsako leto ali na 1–2 leti, kar tudi pripomore k višji oceni verjetnosti pojava. Ravno tako je s 4 ocenjeno tveganje vročine za distribucijsko elektroenergetsko omrežje in vročine za fotonapetostne naprave. Tudi vročinski vali in vročina so že vse pogostejši, zato je tudi verjetnost pojava večja in s tem tudi tveganje. Glede na to, da smo iz ocen ranljivosti naprej ocenjevali najbolj ranljive elemente, visoka ocena tveganja za posamezni element na posamezno tveganje oz. nevarnost ne preseneča. Ravno tako končne ocene pretežno sovpadajo s podanimi samimi ocenami ranljivosti. Elementi, za katere so ocene tveganj 4 ali 5 potrebujejo prednostno obravnavo pri oblikovanju ukrepov za prilagajanje na podnebne spremembe. Kljub temu velja nekatere ocene tveganj jemati z določenim zadržkom, kar smo pojasnili pri negotovostih, saj gre za ekspertne ocene.

12 Komuniciranje negotovosti

Pri oceni ranljivosti in tveganj gre za kombinacijo kvalitativnih in kvantitativnih metod. Veliko vhodnih podatkov prihaja iz ocen in strokovnih predpostavk, kjer lahko pride do razlik. Že pri ocenjevanju ranljivosti na omizjih smo lahko opazili, da so se kriteriji ocenjevanja med udeleženci in skupinami razlikovali. Glede na to, da je ocena ranljivosti eden izmed pomembnejših vhodnih podatkov za nadaljnje korake, se je ta negotovost posledično prenašala naprej. Tudi lestvica od 1–5 je nekoliko pregroba, da bi lahko zajeli manjša, a pomembna odstopanja na ravni elementov, zato so v poglavju 7 navedene decimalne vrednosti. Podobno je pri nadaljnjih ocenah elementov, katerih ranljivost je bila nad 3, šlo za ekspertno oceno, ki lahko variira oziroma je nekoliko subjektivna.

Pomembno je tudi poudariti, da končna ocena ranljivosti celotnega sektorja energetike lahko zabriše ranljivosti posameznih elementov in lahko poda povsem napačno sliko, na primer da energetika ni ranljiva na podnebne spremembe in ukrepi niso potrebni, medtem ko so posamezni elementi lahko izredno ranljivi in občutljivi za podnebna tveganja, njihov izpad pa ima lahko zelo resne posledice za celoten energetske sistem.

Ocena je pripravljena na nacionalni strateški ravni in eksplicitno ne obravnava različnih (podnebnih) regij, ki se lahko med seboj iz vidika podnebnih nevarnosti bistveno razlikujejo. Dokument ne ocenjuje tveganj in ranljivosti za posamezne energetske objekte ali konkretne lokacije v Republiki Sloveniji. Zaradi agregiranih podatkov dokument ne predstavlja ocene ranljivosti konkretnih energetske objektov oz. projektov, temveč služi kot okvirno izhodišče za nadaljnje raziskave, ki se na konkretni lokaciji in za konkreten element energetskega sektorja lahko bistveno razlikujejo od zaključkov te študije.

13 Zaključek

Poročilo predstavlja prvi celovit poskus ocene podnebne ranljivosti in tveganj za sektor energetike na nacionalni ravni v Republiki Sloveniji. Pri tem sledi metodologiji IPCC AR5 in navodilom BF (2024), ki so bila v nekaterih korakih dodatno nadgrajena in prilagojena značilnostim energetskega sektorja. Posebej je bil razvit pristop, ki sektor razdeli na podsektorje in nadalje na posamezne elemente oskrbnih verig, pri čemer se za vsak element določita njegova ranljivost na izbrane podnebne nevarnosti in utež oziroma sistemska pomembnost za delovanje energetskega sistema kot celote.

13.1 Ključne ugotovitve glede ranljivosti in izpostavljenosti

Analiza uteži je pokazala, da sta glede na trenutno strukturo energetske oskrbe in rabe energije za delovanje sistema najpomembnejša podsektorja tekoča goriva (34 %) in električna energija (33 %), sledijo plin (18 %), trda goriva (10 %) in toplota (5 %). Največji delež pri tekočih gorivih predstavlja uvoz tekočih goriv (17,68 %), kar odraža 100 % uvozno odvisnost Slovenije in velik pomen prometa v končni rabi energije. V podsektorju električne energije izstopata prenosno in distribucijsko elektroenergetsko omrežje, ki skupaj z drugimi infrastrukturnimi elementi tvorita najpomembnejše členitve verige oskrbe.

Ko se v oceno vključijo še ocenjene ranljivosti, se pokaže, da je utežena skupna ocena ranljivosti sektorja energetike 2,267 (na lestvici od 1 do 5, kjer 5 pomeni največjo ranljivost). Ta vrednost na prvi pogled morda deluje relativno nizka, vendar je treba upoštevati, da gre za agregat celotnega sektorja, v katerem se višja ranljivost posameznih elementov deloma izniči v povprečju. Najvišjo povprečno ranljivost ima, po pričakovanjih, podsektor električne energije (2,592), sledijo tekoča goriva (2,185), trda goriva (2,179), plin (1,984) in toplota (1,889). Na ravni posameznih elementov se kot najbolj ranljivi (brez treh najnižjih ocen) izkažejo:

- distribucijsko omrežje električne energije (3,5),
- prenosno omrežje, in uvoz električne energije (3),
- priprava drv, sekancev in peletov, fotonapetostne elektrarne (nekoliko manj kot 3).
- vozila/cisterne za tekoča goriva in vozila/kamioni za trda goriva, bencinske črpalke, ostali OVE (veter) (2,5).

Med najmanj ranljivimi elementi so dobavitelji, toplarne, lignit in termoelektrarne, kar ne pomeni, da niso izpostavljeni podnebnim vplivom, temveč da so v primerjavi z drugimi elementi glede na uporabljeno metodologijo ocenjeni kot relativno manj ranljivi.

Analiza po nevarnostih kaže, da so za sektor energetike trenutno največja grožnja poplave, sledi požar, neurja, plazovi, žled in moker sneg, vročina in suša. Poplave so na vrhu predvsem zato, ker ogrožajo največ elementov (transportna vozila, skladišča, bencinske črpalke, transformatorske postaje, odjemna mesta itd.), medtem ko so npr. žled in moker sneg ali neurja lahko za posamezne elemente ocenjeni kot bolj kritični, a vplivajo na ožji nabor elementov.

Kot zanimivost velja omeniti, da suša ni bila prepoznana kot ena izmed ključnih nevarnosti oz. ranljivost sistema, saj ekspertna skupina ranljivosti HE na sušo ni visoko ocenila. Poročilo EUCRA sušo namreč navaja med glavnimi podnebnimi nevarnostmi za sektor energetike. Kot so pri sami oceni ranljivosti HE navedli člani ekspertne skupine, je trenutno stanje za sušo in proizvodnjo električne energije iz HE obvladljivo, letna proizvodnja je v okviru planov. Kljub temu so sezonska nihanja izpostavili kot problematična. Med prilagoditvenimi ukrepi, ki jih že izvajajo, so navedli rekonstrukcije (zamenjava obstoječih turbin in generatorjev z učinkovitejšimi, izvajanje remontov v sušnem delu leta).

Na osnovi kombinacije ranljivosti in uteži se pokaže, da je podnebnim tveganjem najbolj izpostavljeno distribucijsko elektroenergetsko omrežje, sledijo fotonapetostne elektrarne, prenosno omrežje in uvoz električne energije ter logistični sistemi za trda in tekoča goriva. Pri skupnem vplivu (ranljivost × izpostavljenost × utež) ponovno izstopajo prenosno elektroenergetsko omrežje, uvoz tekočih goriv in distribucijsko omrežje električne energije, kar potrjuje, da gre za kritične elemente energetske oskrbe.

13.2 Vloga scenarijev podnebnih sprememb

V poročilu je bila izvedena še preliminarna analiza vpliva scenarija RCP 8.5 za obdobje 2071–2100, pri čemer so ocene ranljivosti elementov ostale enake kot za trenutno podnebno stanje, spremenile pa so se ocene izpostavljenosti ključnim nevarnostim (magnituda, frekvenca in prostorski obseg). Rezultati kažejo, da bi se izpostavljenost elementov energetskega sistema v povprečju povečala za približno 38 %, pri čemer bi:

- požari narasli za približno 125 %,
- vročina za 100 %,
- poplave za 78 %,
- plazovi za 50 %,

medtem ko bi se izpostavljenost žledu in mokremu snegu (zlasti v nižinah, kjer je velika večina infrastrukture) zmanjšala za okoli 75 %.

Teoretična interpretacija teh rezultatov kaže, da scenariji podnebnih sprememb, predvsem RCP 8.5, dodatno okrepijo tveganja, ki so za sektor že danes pomembna, zlasti poplave, neurja, vročino in požare. Pri tem neurja ostajajo najpomembnejša nevarnost, sledijo poplave in visoke temperature. Hkrati se povečuje ranljivost podzemnih cevovodov in cestne infrastrukture, kar pomembno vpliva na plinsko in toplovodno infrastrukturo ter na logistične verige oskrbe s trdnimi in tekočimi gorivi. Vpliv na velike proizvodne enote električne energije bi se po oceni povečal za približno 40 %, vpliv na prenosno in distribucijsko elektroenergetsko omrežje pa nekoliko manj zaradi zmanjšane izpostavljenosti žledu. S tem scenariji potrjujejo, da je prilagajanje na podnebne spremembe nujno tudi v energetiki, in da bodo brez dodatnih ukrepov obstoječe ranljivosti v prihodnosti še izrazitejše.

13.3 Regionalne specifike in negotovosti

Poročilo izrecno opozarja na regionalne posebnosti, ki so pri nekaterih nevarnostih zelo izrazite. Tako je na primer pri žledu najbolj ogrožena Notranjska regija, kjer se je žled v preteklosti pojavljal pogosto in povzročal obsežne poškodbe, medtem ko so obalni predeli Primorske in deli Podravja ter Pomurja izpostavljeni bistveno manj. Podobno se vročinski trendi hitreje krepijo v severovzhodni in jugovzhodni Sloveniji, nadpovprečno povečanje požarne ogroženosti pa se pričakuje predvsem na jugozahodu države.

Ker je bila ocena v tej fazi izvedena na nacionalni ravni in ne v polni geografski razčlenitvi, obstaja tveganje, da povprečne vrednosti deloma zakrijejo lokalno zelo ranljive elemente ali regije. V poglavju o negotovostih poročilo zato poudarja:

- različno razumevanje kriterijev med eksperti,
- omejeno število objektivnih kazalcev in podatkov (zlasti za neurja in žled),
- dejstvo, da referenčno obdobje ARSO (1981–2010) ne zajema vseh novejših ekstremnih dogodkov,
- ter, da končna sektorska ocena (ena številka) nujno zgladi ekstremne vrednosti na ravni posameznih elementov.

Zato je treba rezultate interpretirati zadržano – kot strokovno najboljšo oceno, ki pa ostaja ocena ob trenutnem podnebnem stanju in s pripadajočo stopnjo negotovosti.

13.4 Priporočila in izhodišča za nadaljnje delo

Na podlagi rezultatov analize se kot ključna priporočila in izhodišča za nadaljnje delo izpostavljajo:

1. Usmeritev ukrepov v najbolj ranljive elemente

- Prioritetno obravnavati distribucijsko in prenosno elektroenergetsko omrežje ter fotonapetostne elektrarne, kjer so tveganja zaradi neurij, žleda in mokrega snega ter vročine ocenjena kot visoka (tveganja 4 ali 5).
- Posebej nasloviti logistične verige za tekoča in trda goriva, zlasti vozila/cisterne in vozila/kamione ter bencinske črpalke, ki so močno izpostavljeni poplavam in deloma plazovom.

2. Prilagoditveni ukrepi za poplave

- Preverjanje poplavne ogroženosti in po potrebi prestavitve ali dodatna protipoplavna zaščita bencinskih črpalk, toplotnih postaj in skladišč goriv, zlasti na območjih Q100 in Q500.
- Upoštevanje poplavne ogroženosti pri načrtovanju transportnih poti za goriva in pri umeščanju novih energetskega objektov.

3. Prilagoditveni ukrepi za neurja in žled, moker sneg

- Nadaljevanje in pospeševanje kabliranja distribucijskih elektroenergetskih omrežij ter prilagajanje standardov za prenosne vode, zlasti v regijah z visoko izpostavljenostjo žledu, mokremu snegu in neurjem.
- Sistematično upravljanje vegetacije ob nadzemnih vodih in nadgradnja načrtov vzdrževanja z upoštevanjem pogostejših neurij.
- Pri FNE in drugih OVE (zlasti vetrne elektrarne) upoštevati vpliv vetra, toče in strel pri načrtovanju, gradnji in zavarovanju ter razmisliti o dodatnih standardih odpornosti.

4. Prilagoditveni ukrepi za vročino in sušo

- Upoštevanje višjih temperatur pri načrtovanju in hlajenju opreme v transformatorskih postajah, kablovodih in drugih napravah, ki so občutljive na pregrevanje.
- Nadaljnje spremljanje vpliva suš na hidroelektrarne in sisteme hlajenja, pri čemer naj se obstoječe prilagoditvene prakse (npr. v NEK in TE) nadgradijo z dodatnimi študijami o mejnih pogojih obratovanja.
- Pri FNE in drugih tehnologijah, občutljivih na visoke temperature, upoštevati zmanjšanje učinkovitosti in prilagoditi obratovalne strategije.

5. Razvoj kazalcev in boljša geografska razčlenitev

- V naslednjih iteracijah ocene ranljivosti je smiselno razviti dodatne kazalce za neurja in žled ter bolj sistematično uporabiti GIS orodja za kartiranje ranljivosti po regijah in za posamezne elemente (npr. kritične odseke omrežij, vozlišča, skladišča energentov).
- Ranljive elemente je priporočljivo še bolj razčleniti in regijsko opredeliti, da bodo prilagoditveni ukrepi lahko ciljno usmerjeni (npr. Notranjska za žled, jugozahod za požare, vzhod za vročino).

6. Nadgradnja metodologije in periodično posodabljanje

- Oceno je smiselno periodično posodabljanje, zlasti po večjih ekstremnih dogodkih in ob posodobitvi podnebnih scenarijev ter referenčnega obdobja.
- V naslednjih korakih je priporočljivo kombinirati ekspertne ocene z bolj kvantitativnimi analizami, kjer bo to podatkovno mogoče (npr. z uporabo natančnejših vremenskih in hidroloških modelov, podatkov o izpadih, škodi ipd.).

7. Povezava z energetske politiki in investicijskim načrtovanjem

- Rezultate je treba sistematično vključiti v Strategijo prilagajanja podnebnim spremembam, v NEPN in v razvojne načrte operaterjev prenosnih in distribucijskih elektroenergetskih in plinskih omrežij ter drugih nosilcev energetske politik.
- Ocena ranljivosti naj služi kot izhodišče za prioriteten razvoj investicij v infrastrukturo in za načrtovanje novih objektov (protipoplavna zaščita, kabliranje, redundančne povezave, prilagoditev standardov projektiranja).

13.5 Sklepna ugotovitev

Ocena podnebne ranljivosti za sektor energetike v Republiki Sloveniji kaže, da je sektor kot celota zmerno ranljiv, vendar vključuje kritične elemente, katerih izpad lahko povzroči obsežne motnje v oskrbi z energijo in pomembne gospodarske ter družbene posledice. Najbolj ranljivi so distribucijsko in prenosno elektroenergetsko omrežje ter fotonapetostne elektrarne, pri čemer so kot ključna tveganja prepoznani neurja, žled, moker sneg, poplave in vročina. Suša se v tej oceni za zdaj ni pokazala kot eno ključnih tveganj, vendar lahko sezonska nihanja pretokov in spremembe v vodni bilanci v prihodnosti pridobijo večji pomen, kar že prepoznavajo tudi evropske ocene (EUCRA) in izkušnje z obratovanjem HE.

Ocena je pripravljena na nacionalni strateški ravni in eksplicitno ne obravnava različnih (podnebnih) regij, ki se lahko med seboj iz vidika podnebnih nevarnosti bistveno razlikujejo. Dokument ne ocenjuje tveganj in ranljivosti za posamezne energetske objekte ali konkretne lokacije v Republiki Sloveniji.

Ker gre za prvi tovrstni poskus celostne sektorske ocene na nacionalni ravni, rezultatov ni mogoče neposredno primerjati z uveljavljenimi praksami iz tujine. Kljub temu poročilo ponuja strukturirano in transparentno metodološko osnovo ter jasno identificira glavne ranljive elemente in tveganja, ki zahtevajo nadaljnjo analizo in ukrepanje. V naslednjih korakih bo ključnega pomena, da se ta ocena poveže z izbranimi prilagoditvenimi ukrepi, nadgradi z geografsko podrobnejšimi analizami in periodično posodablja, da bo energetske sektor v Sloveniji lahko ohranjal in krepil svojo odpornost v spremenjenih podnebnih razmerah.

14 Reference

- ELES.(2024).Razvojni načrt prenosnega sistema Republike Slovenije za obdobje 2025–2034. Ljubljana.
- European Environment Agency, European climate risk assessment, Publications Office of the European Union. (2024). <https://data.europa.eu/doi/10.2800/8671471> (EUCRA 2024)
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report (IPCC AR5 2014)
- ISO 14091:2021, Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment.
- Jevšek, A.(2023). Smernice organa upravljanja za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021-2027. https://evropskasredstva.si/app/uploads/2023/09/Smernice_za_krepitev_podnebne_odpornosti_verzija1_7_9_2023.pdf
- Kajfež Bogataj, L., Čerpinšek, Z., Zalar, M., Golobič, M., Marot, N., Lestan, K., A.. (2014). Podlage za pripravo ocene tveganj in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo, Biotehniška fakulteta. (BF 2014)
- Nuklearna elektrarna Krško. (2024). Letno poročilo 2024.<http://https://www.nek.si/upload/publications/nek24-slo-net.pdf>
- Ocena ogroženosti Republike Slovenije zaradi požarov v naravnem okolju in na prostem, Verzija 3.0.(2023). Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo. Uprava RS za zaščito in reševanje. https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/URSZR/Datoteke/Ocene-ogrozenosti/ocena_ogrozenosti_pozari.pdf
- Ocena ogroženosti Republike Slovenije zaradi žleda, Verzija 1.0.(2018). Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo. Uprava RS za zaščito in reševanje. https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/URSZR/Datoteke/Ocene-ogrozenosti/ocena_ogrozenosti_zled.pdf
- Podnebni zakon (PoZ). (2025). Državni zbor Republike Slovenije. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2025-01-2264/podnebni-zakon-poz>
- Pogačar, T., Žnidaršič, Z., Petrovič Jesenovec, P.K., Marot, N.(2024). Navodila za pripravo Sektorske ocena podnebne ranljivosti in tveganj na državnem nivoju, Biotehniška fakulteta.
- Pogačar, T., Žnidaršič, Z., Petrovič Jesenovec, P.K., Marot, N.(2025). Navodila za pripravo Sektorske ocena podnebne ranljivosti in tveganj na državnem nivoju -lektorirana verzija, Biotehniška fakulteta.
- Prezelj, I., Kocjančič, K., Konjšek, Z., Kolak, A. (2022). E-Armagedon – družbene posledice večjih izpadov električne energije. Založba FDV.
- Rädler, A. T., Groenemeijer, P., Faust, E., & Sausen, R. (2018). Detecting severe weather trends using an additive regressive convective hazard model (AR-CHaMo). Journal of Applied Meteorology and Climatology, 57(3), 569-587.
- Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050. (2021). Uradni list RS, št. 119/21, 44/22 – ZVO-2 in 56/25. (ReDPS50 2021)
- Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook: Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk". (2017) (GIZ & EURAC 2017)
- Slovenija v ledenih okovih 2014 – Odziv In izzivi, znanstveni in strokovni posvet. (2014). Fakulteta za družbene vede. Ljubljana, Ur. Uroš Svete in Marjan Malešič. Založba FDV, <https://www.fdv.uni-lj.si/docs/default-source/zalozba/slovenija-v-ledenih-okovih-2014-pdf> (FDV 2014)

- Smithers, R.J., Dworak, T. (2023). Assessing Climate Change Risks And Vulnerabilities (Climate Risk Assessment). A DIY Manual. Version 1. EU Mission on Adaptation to Climate Change. European Union, Brussels.
- SODO. (2014). Havarija na distribucijskem omrežju v času pojava žleda med 30. januarjem in 10. februarjem 2014: analiza poteka, posledic in predlog ukrepov za zmanjševanje ranljivosti omrežja na vremenske vplive in zagotovitev boljšega ukrepanja. Maribor.
- Uredba EU 2018/1999 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov. EU. (2018). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/si/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1999> (EU 2018)

15 Priloga 1

15.1 Seznam institucij in podjetij, vključenih v delo ekspertne skupine

	Ime institucije oziroma podjetja	Okrajšava
1	Agencija Republike Slovenije za okolje	ARSO
2	Biotehnična fakulteta, UL	BF UL
3	Borzen	Borzen
4	Direkcija Republike Slovenije za vode	DRSV
5	ELES, operater kombiniranega prenosnega in distribucijskega omrežja EE	ELES
6	Energetika Ljubljana	
7	Energetska zbornica Slovenije, Sekcija za daljinsko ogrevanje	EZS, Sekcija DO
8	Fakulteta za elektrotehniko, UL	FE UL
9	Filozofska fakulteta, UL	FF UL
10	GEN Energija	GEN
11	GEN-i	
12	Gospodarsko interesno združenje distribucije električne energije	GIZ-DEE
13	Holding elektrarn na spodnji Savi	HESS
14	Holding Slovenskih elektrarn	HSE
15	Institut Jožef Stefan	IJS
16	Lokalna energetska agencija Gorenjske	LEAG
17	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano	MKGP
18	Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo	MOPE
19	Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo – Direktorat za energijo	MOPE-DE
20	Nuklearna elektrarna Krško	NEK
21	Plinovodi	
22	Regionalna razvojna agencija Posavje	RRA Posavje
23	Regionalna razvojna agencija Savinjska	RRA Savinjska
24	Termoelektrarna Brestanica	TEB
25	Združenje mestnih občin Slovenije	ZMOS

16 Priloga 2

16.1 Rezultati druge delavnice ekspertne skupine energetikov za ocenjevanje podnebne ranljivosti posameznih elementov

Določanje občutljivosti in prilagoditvene sposobnosti ter ranljivosti

16.1.1 Enote za pretvorbo energije

Izbrani element sektorja	Tveganje	Vmesni vpliv	Kazalec občutljivosti	Ocena občutljivosti	Obrazložitev	Kazalec prilagoditvene sposobnosti	Ocena prilagoditvene sposobnosti	Obrazložitev	Ocena ranljivosti
HE	suša	pomanjkanje vode in zmanjšana proizvodnja EE		2	trenutno stanje je obvladljivo, letna proizvodnja je v okviru planov, problem postajajo sezonska nihanja		2	izvajajo rekonstrukcije HE (boljši generatorji...), drugi ukrepi (izvajanje remontov v času SVŠ)	3
HE	poplave	previsoki pretoki, izpad proizvodnje EE		2			3		2
TE	vročina (visoke temp. zraka)	povečan potreba po hlajenju, zmanjšanja učinkovitost TE		2	manjše redukcije v omejenem času (poleti), zračno hlajenje		4	neodvisni vodni viri	2
bioplinske elektrarne	suša	pomanjkanje surovin zaradi suš/možen izpad proizvodnje		2	slab pridelek		4	uvoz od drugje	2
JE	suša	zmanjšani pretok Save, manko vode za hlajenje		1	izboljšani izkoristek hlajenja, dodatne hladilne kapacitete, podlivanje, namesto prelivanje na HE		3	manipulacije HE	2
JE	visoke temperature/zvišanje T reke Save	nezmožnost uporabe vode iz Save za hlajenje		1	druge manipulacije HE, HE Brežice		4	izboljšani izkoristek hlajenja, dodatne hladilne kapacitete	2
FNE	neurje: toča, veter	poškodba panelov/izpad delovanja	letna proizvodnja	4	visoka izpostavljenost		1	ni ukrepov	5
FNE	visoke temperature	zmanjšana učinkovitost, pregrevanje panelov	letna proizvodnja	2	dodatne kapacitete		3	dodatne kapacitete	3
VE	premočan veter	mehanske poškodbe/izpad delovanja	Letna proizvodnja	4	visoka izpostavljenost vremenskim vplivom		1	ni ukrepov	5
kogeneracij, kotlovnice	poplava	poplavljeni infrastruktura/izpad delovanja		1	možni zaščitni ukrepi, redki primeri		5	možni zaščitni ukrepi visoko zavedanje	1

toplotne črpalke	suša	upad nivoja podtalnice		3	na globoke sisteme nima vpliva, pri plitvih prekinitvah cirkulacije		2	ni ukrepov	4
toplotne črpalke	poplave	možen vdor rečne vode v vročevodni sistem/ poškodba infrastrukture		2	-		4	-	2
sistemi za pretvorbo EE v plin, tudi vodik	suša	pomanjkanje vode za elektrolizo		2	-		4	drugi viri	2
sistemi za odvečno toploto	poplave	upad količine odvečne toplote, mehanske poškodbe		2	-		4	možne prilagoditve oz. ukrepi	2

16.1.2 Energetska infrastruktura

Izbrani element sektorja	Tveganje	Vmesni vpliv	Kazalec občutljivosti	Ocena občutljivosti	Obrazložitev	Kazalec prilagoditvene sposobnosti	Ocena prilagoditvene sposobnosti	Obrazložitev	Ocena ranljivosti
prenosno omrežje (EE)	veter	poškodba infrastrukture, izpad EE	delež nadzemnih vodov	4	velik % omrežja je v nadzemni izvedbi, gozdne trase - padec drevesa na DV	redno izvajanje posekov, spremljanje vegetacije, sistem za ugotavljanje meje obratovanja	3	ukrepi se že izvajajo npr. poseki	4
prenosno omrežje (EE)	žled	poškodba infrastrukture, izpad EE	delež nadzemnih vodov, število stojnih mest	4	posledice žleda so lahko velike, prizadenejo veliko število uporabnikov	delež vodov, pokritih s SUMO	3	načrtovanje, povečanje varnostnih faktorjev pri dimenzioniranju vodov, sistem za zagotavljanje meje obratovanja, kabliranje vodov	4
distribucijsko omrežje (EE)	veter	poškodba infrastrukture, izpad el. energije	delež nadzemnih vodov	4	delež nadzemnih vodov je cc 50 %	kabliranje omrežja, struktura omrežja	3	obratovanje v zanki	4
distribucijsko omrežje (EE)	žled	poškodba infrastrukture, izpad el. energije	delež nadzemnih vodov, tip stebra, število stojnih mest	4	če na prenosnem omrežju pride do izpada, ima posredni vpliv na distribucijsko omrežje	kabliranje omrežja postavljane bet. stebrov	3	optimiranje tras	4
distribucijsko omrežje (EE)	visoke temperature	vpliv na delovanje transformatorskih	delež obremenitve EEI	2	ojačitev omrežja, prožnost, fleksibilnost uporabnikov		3	baterijski hranilniki, ojačitev omrežja, prisilno hlajenje TP	3

		postaj, kablovodov in zaščitne opreme							
plinovodi	plazovi	poškodba infrastrukture	dolžina plinovodov na plazovitem območju	3	izogibanje plazovitim področjem	drenažni sistemi	4	gradnja drenažnih sistemov, pregled trase, v času nalivov pokrivanje zemlje-preprečitev plazov	3
plinovodi	poplave	poškodba infrastrukture	št. MRP na poplavno nevarnih območjih, št. prečkanj rek	2	MRP merilno regulacijska postaja	delež izvedenih preventivnih ukrepov	3	izogibanjem poplavnemu območju pri projektiranju, gradnja barier	3
toplovodi-podzemni	plazovi	poškodba infrastrukture	dolžina plinovodov na plazovitem območju	3	izogibanje plazovitim področjem	drenažni sistemi	4	gradnja drenažnih sistemov, pregled trase, v času nalivov pokrivanje zemlje-preprečitev plazov	3
toplovodi-podzemni	poplave	poškodba infrastrukture	št. MRP na poplavno nevarnih območjih, št. prečkanj rek	2	MRP merilno regulacijska postaja	delež izvedenih preventivnih ukrepov	3	izogibanjem poplavnemu območju pri projektiranju, gradnja barier	3
skladišča goriv	poplave	onemogočen dostop do goriv	delež skladišč na poplavnem območju	2			3	pri umeščanju v prostor se upošteva lokacija	3
skladišča biomase	poplave	onemogočen dostop do biomase	delež skladišč na poplavnem območju	3			5	pri umeščanju v prostor se upošteva lokacija	2
baterijski hranilniki	poplave	kratek stik, širjenje nevarnih snovi	delež hranilnikov na poplavnem območju	3			4	upoštevanje protipoplavnih ukrepov pri projektiranju	3
baterijski hranilniki	vročina	kratek stik, pregrevanje - manjša kapaciteta in življenjska doba	Število kratkih stikov zaradi vročine	3			4	aktivni sistemi hlajenja, rezervno napajanje	3

16.1.3 Distribucija končnim uporabnikom

Izbrani element sektorja	Tveganje	Vmesni vpliv	Kazalec občutljivosti	Ocena občutljivosti	Obrazložitev	Kazalec prilagoditvene sposobnosti	Ocena prilagoditvene sposobnosti	Obrazložitev	Ocena ranljivosti
odjemna mesta (plin, EE, toplota)	poplave	tehnične motnje-prekinitev oskrbe		5	veliko število prizadetih, večji vpliv na družbo in gospodarstvo		2	na ravni gospodinjstev zelo nizka možnost prilagajanja, možnost novih tehnologij na področju samooskrbe	5
polnilne postaje za e-vozila	poplave	izpad napajanja, poškodbe opreme		2	manjši vpliv na okolje in gospodarstvo, tudi na delež odjemalcev		4	večje prilagoditve, alternative so dostopnejše	2
polnilne postaje za e-vozila	požar	izpad napajanja, poškodbe opreme		2	tveganja pri gašenju, problematika domačih polnilnic		3	umik avtomobilov, izklop napeljave	3
dostava goriv s transportnimi sredstvi	poplave	prekinitve oskrbe/dostave, logistični zamiki		5	cestne povezave, mostovi		2	zaloge, alternativne poti	5
dostava goriv s transportnimi sredstvi	plazovi	prekinitve oskrbe/dostave, logistični zamiki		5			2	zaloge, alternativne poti	5
bencinske črpalke	poplave	poplavljenost rezervoarjev	poplavne karte, št. črpalke na razredih poplavnih kart	4	potencialno velik vpliv na okolje, zakonodaja že stroga, velik vpliv na družbo in gospodarstvo		2	prilagoditev pogojev in omejitev pri umeščanju v prostor glede na podnebje, tehnični ukrepi, ti upoštevajo podnebne napovedi (problematika obstoječih objektov)	4
bencinske črpalke	plazovi	poškodba infrastrukture, motena dobava	št. črpalke na plazovitem območju, geološki zavod ima karte	3	nekoliko manjše posledice za okolje, razlitje ne gre tako daleč kot pri poplavi, manjša verjetnost za plaz, tudi glede na pretekle dogodke	št. novozgrajenih črpalke na ustreznih območjih, investicija	3	tehnični ukrepi, novi objekti	3

17 Priloga 3

17.1 Obravnava pripomb na poročilo *Sektorska ocena podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike*

Postopek usklajevanja poročila:

- Izvajalec sektorske ocene podnebne ranljivosti je prvo vmesno poročilo (kot gradivo za 1. delavnico) 21. 8. 2025 posredoval naročniku, ta pa podjetjem in institucijam, ki so izrazila interes za sodelovanje v postopku ocenjevanja. Prva delavnica je bila izvedena 28. 8. 2025, druga delavnica pa 23. 9. 2025.
- Izvajalec je 28. 10. 2025 naročniku poslal drugo vmesno poročilo. Naročnik se je odzval s pisnimi pripombami, potreben odziv pa z izvajalcem uskladil na sestanku 6. 11. 2025.
- Osnutek končnega poročila je naročnik prejel 14. 11. 2025. Po manjših redakcijskih popravkih je bil osnutek poročila 17. 11. 2025 poslan v pregled udeležencem 3. delavnice. Rok za posredovanje pisnih pripomb je bil 24. 11. 2025.
- Prejete pripombe in predlog odziva nanje je naročnik predstavil na 3. delavnici. Udeleženci delavnice so dopolnili seznam z dodatnimi pripombami in se po razpravi strinjali z odgovori. Seznam pripomb in odgovorov je v priloženi *Preglednici pripomb in odgovorov*.
- Izvajalec je potrjene spremembe in dopolnitve poročila upošteval v končnem poročilu, ki ga je naročniku posredoval 28. 11. 2025.

Preglednica pripomb in odgovorov:

	Predlagatelj	Pripomba	Odgovor
1	GIZ DEE	<p>1. Stran 31, zadnji odstavek: za distribucijsko omrežje naj se sneg kot ključna nevarnost ne izloči, ampak naj se združi z nevarnostjo žled (žled, sneg).</p> <p>V podobnem smislu sta glede na Preglednico 5 (strani 29) v nadaljevanju združeni nevarnosti neurja in veter.</p> <p><u>Obrazložitev:</u> V zadnjih letih smo imeli po distribucijskih podjetjih zaradi podiranja drevja ob mokrem snegu v varovalnih pasovih SN in NN prostozračnih vodov kar precej škod in izpadov oskrbe z EE, zato izločitev nevarnosti snega ni upravičena.</p>	<p>Upoštevano.</p> <p>Žledu smo dodali še moker sneg, ki ima za izpostavljeno infrastrukturo podobne posledice kot žled (žledolomi, snegolomi).</p>
2	GIZ DEE	<p>Ob primerjavi podnebnih nevarnosti vročina in poplave, menim da glede na napovedane podnebne spremembe v naslednjih letih poplave predstavljajo za distribucijsko omrežje višjo stopnjo ranljivosti oz. tveganj kot vročina. Zato podajam še sledeči pripombi:</p> <p>2. Stran 46, Preglednica 14: Za področje električne energije naj se v vrstici Distribucijsko omrežje ocene skorigirajo v smislu:</p> <ul style="list-style-type: none">- pri nevarnosti žled naj se zraven navede še sneg (žled, sneg)- nevarnost poplave: ocena naj se poviša iz 1 na 3- nevarnost vročina, visoke temperature: ocena naj se zniža iz 3 na 2 <p>3. Stran 61, Preglednica 31: Za element sektorja distribucijsko omrežje naj se:</p> <ul style="list-style-type: none">- pri nevarnosti žled zraven navede še sneg (žled, sneg)- namesto nevarnosti vročina v tabeli navede nevarnost poplave, z oceno tveganja 3	<p>Upoštevano, nov izračun ranljivosti (manjše spremembe).</p> <p>Upoštevano, manjši vsebinski popravki.</p>

3	HSE	1. Dokument je pripravljen na podlagi metodologije IPCC AR5, ki je bila v času nastajanja temeljni okvir za ocenjevanje ranljivosti. Vendar je od leta 2022 na voljo poročilo IPCC AR6, ki uvaja posodobljene scenarije (SSP). Predvidevamo, da bo slednji scenarij uporabljen v nadaljnjih analizah, predlagamo pa, da se navedeno dodatno izpostavi v samem dokumentu.	Ni upoštevano. Pojasnilo: Poročilo je izdelano skladno z navodili. Tudi projekcije ARSO, ki smo jih pri pripravi poročila upoštevali, so izdelane glede na stare scenarije, zato je uporabljena metodologija IPCC AR5.
4	HSE	2. Poudariti želimo, da je predmetna študija pripravljena na generalni / strateški ravni in služi kot strokovna podlaga za dolgoročno načrtovanje razvoja energetike, kar pomeni, da ne obravnava posameznih lokacij, projektnih območij ali specifičnih energetskega objektov ali obratovalnih pogojev. Predlagamo, da se v študiji izrecno izpostavi predmetna narava analiz in poudari, da gre za generalno analizo, ki ni neposredno uporabljiva za presojo podnebnih nevarnosti ali tveganj posameznih energetskega objektov oziroma načrtovanih projektov.	Upoštevano , pojasnilo glede strateške ravni študije je vključena na več mestih: uvod, zaključek, omejitve, negotovosti.
5	HSE	3. V dokumentu so hidroelektrarne prikazane kot objekti, ki bodo v prihodnosti domnevno izpostavljeni večjim tveganjem zaradi spremenjenih hidroloških režimov in ekstremnih dogodkov. V skupini HSE želimo izpostaviti, da so takšna tveganja obvladljiva in da se nanje že aktivno odzivamo, predvsem z upoštevanjem vse tehniške okoljske in druge relevantne zakonodaje, določb koncesijskih pogodb in tudi z zavarovalnimi produkti. Na podlagi izkušenj in strokovnega obratovanja hidroelektrarna lahko podamo naslednje ugotovitve, da: <ul style="list-style-type: none"> · so ključna tveganja na hidrološkem področju dobro prepoznana in so že predmet načrtovanih ali izvedenih prilagoditvenih ukrepov; · so sodobni hidroenergetski objekti zasnovani za varno obratovanje tudi v pogojih spremenjenih hidroloških ekstremov; · se že pripravljajo in izvajajo ukrepi, kot so: izboljšave protipoplavnih ureditev, nadgradnje varnostnih sistemov, optimizacija obratovalnih režimov, digitalno napovedovanje pretokov in modernizacija opreme; · hidroelektrarne predstavljajo ključen vir fleksibilnosti in stabilnosti elektroenergetskega sistema, kar bo v pogojih večje spremenljivosti OVE še pomembnejše. <p>Oceno ranljivosti je smiselno dopolniti z navedbo, da so tveganja obvladljiva skozi tehnične in organizacijske ukrepe, ki so že v izvajanju ali v načrtu. Oziroma predvsem, da predmetna študija in ocena ne upoštevata konkretnih postopkov obvladovanja tveganj ter ukrepov posameznih hidro objektov, ki se že izvajajo in/ali načrtujejo, temveč predstavljata le splošno generalno regijsko oceno ranljivosti na podlagi predvidenih oziroma ocenjenih podnebnih nevarnosti.</p>	Upoštevano. Dopolnjeno na str. 21. - med primeri dobrih praks prilagajanja, ki se že izvajajo.
6	HSE	V dokumentu so za FNE izpostavljena tveganja, povezana z visokimi temperaturami, nevihtami, točo in požarnimi nevarnostmi. Pri tem želimo poudariti naslednje: <ul style="list-style-type: none"> · sodobni fotonapetostni moduli imajo visoko temperaturno in mehansko odpornost; · sistemi zaščite pred požari in prenapetostnimi udari so standardizirani in obvezni, projekti npr. vključujejo napredne 	Deloma upoštevano. Sprememba ocene neurja iz 5 na 4. Pri vročini smo pustili oceno 3, ki je bila podana s strani ekspertne skupine. Ne gre za poškodbe zaradi vročine ampak za zmanjšano učinkovitost zaradi pregrevanja panelov (višja upornost, večje izgube). Kljub postopnemu izboljševanju tehnologije, bo še

		<p>nadzorne in izklopne mehanizme, ki zmanjšujejo tveganja zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov.</p> <p>Fotovoltaična tehnologija se razvija zelo hitro, prav tako se zvišujejo industrijski standardi, kar tveganja dodatno zmanjša. Zaradi tega ocenjujemo, da je smiselno omiliti dikcijo, ki sončno energijo prikazuje kot izrazito ranljivo tehnologijo, saj so tveganja obvladljiva in standardizirano naslovljena. Oziroma, da predmetna študija in ocena ne upoštevata konkretnih postopkov obvladovanj tveganj ter ukrepov posameznih objektov, ki se že izvajajo in/ali načrtujejo, temveč predstavlja le splošno generalno regijsko oceno ranljivosti na podlagi predvidenih oziroma ocenjenih podnebnih nevarnosti.</p>	<p>dolgo nameščenih veliko starejših FNE, kjer so pomanjkljivosti bolj izrazite. Ocena je podana za obstoječo tehnologijo. Zato ocene ekspertne skupine nismo spreminjali. Ocena ranljivosti je sestavljena iz občutljivosti in prilagoditvene sposobnosti. Občutljivost na temperaturo je bila ocenjena 2 (srednje nizka), prilagoditvena sposobnost pa 3 (srednja), kar po matriki da oceno 3 (srednja ranljivost). Zaradi nekaterih prilagoditev ocen je bil izveden nov izračun ranljivosti (manjše spremembe).</p>
7	HSE	<p>Vetrne elektrarne so v dokumentu obravnavane kot potencialno ranljive zaradi vetrolomov, neurij, ekstremnih sunkov vetra in požarov. Poudarjamo, da:</p> <ul style="list-style-type: none"> · so sodobne vetrne turbine projektirane za ekstremne vetrne razmere; · se uporablja napredna mehanska in strukturna ojačitev (npr. ojačani stolpi, lopatice, ...); · obratovalni sistemi vključujejo samodejne varnostne zaustavitve v vremenskih ekstremih · napredni podnebni modeli natančno določajo lokacije z dopustnimi obremenitvami. <p>Vetrna energija je zaradi standardizacije in razvoja tehnologij postala izjemno zanesljiva in odporna, zato menimo, da je treba tveganja obravnavati z vidika obvladljivosti, ne kot inherentno visoke ranljivosti tehnologije. Oziroma predvsem, da predmetna študija in ocena ne upošteva konkretnih postopkov obvladovanj tveganj ter ukrepov posameznih objektov, ki se že izvajajo in/ali načrtujejo, temveč predstavlja le splošno generalno regijsko oceno ranljivosti na podlagi predvidenih oziroma ocenjenih podnebnih nevarnosti.</p>	<p>Deloma upoštevano. Pri vetru so bili izpostavljeni močni sunki vetra. Drži, da se vetrnice ustavijo ob močnih sunkih, kar pomeni, da ne proizvajajo EE, kar je njihov osnovni namen. <u>Ni bila predmet ocena ranljivosti same strukture vetrnice (porušitev)</u>, ampak je bila ocena podana glede na proizvodnjo EE in tudi mehanske poškodbe. <u>Ocena je sicer bila spremenjena iz 5 na 4 + izveden nov izračun ranljivosti (majhne spremembe).</u></p>
8	HSE	<p>Predlog vsebinske dopolnitve dokumenta: Predlagamo, da se v dokument jasno navede vsaj naslednje pojasnilo oziroma se navedeno poudari na vseh relevantnih točkah študije:</p> <p>» Dokument Ocena podnebne ranljivosti in tveganj na nacionalni ravni za sektor energetike je pripravljen na strateški ravni za širše sredozemske oziroma druge regije, ki se med seboj z vidika podnebnih nevarnosti bistveno razlikujejo. Zato ne ocenjuje tveganj ali ranljivosti za posamezne energetske objekte ali konkretne projektne lokacije v Republiki Sloveniji. Zaradi agregirane narave podatkov in metodologije dokument tako ne more predstavljati ocene podnebne ranljivosti konkretnih energetskih objektov oziroma projektov, temveč služi kot okvirno izhodišče za nadaljnje podnebne študije, ki se na konkretni in lokacijski lahko bistveno razlikujejo od zaključkov v tej študiji.</p>	<p>Upoštevano. Vključeno v povzetek in komuniciranje negotovosti (12) ter sklepno ugotovitev (13.5.), ter 4.3. pomanjkljivosti (glej tudi odgovor za pripombo št. 4)</p>

9	NEK	<p>Stran 46:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. NEK je sposobna obratovati do 10.000 letne poplave reke Save. Napačno je zapisana ocena ranljivosti 2, ki je popolnoma neprimerna. Popraviti na 1. 2. Napačno je zapisano, da je NEK ranljiv na neurja, točo, močne vetrove...? NEK je eden najbolj odpornih objektov v Sloveniji z vidika odpornosti za zunanje nevarnosti. Če NEK preneha obratovati zaradi teh dejavnikov je to zaradi prenosnega omrežja in ne zaradi NEK same. Popraviti na 1. 3. Plazovi niso relevantno tveganje za NEK. 	<p>Upoštevano.</p> <p>Ocene za poplave in neurja popravljene (1). Za plaz ne moremo dati 0, ocena 1 je najnižja ocena. Metodološko so pri izračunu povprečne ranljivosti elementov izločene tri najnižje ocenjene nevarnosti (za NEK tako tudi ocena za plaz).</p>
10	NEK	<p>Stran 27:</p> <p>(tabela str. 27, NEK) Kako so prišla ta tveganja, povsem napačna, v preglednico?</p>	<p>Upoštevano.</p> <p>Hvala za opozorilo! Na prvi delavnici v spletni anketi ni bilo razdelka za jedrsko elektrarno, po dogovoru se je uporabilo vnosno tabelo za TE in od tod napake. Brisali smo vsa tveganja, razen »Povišanje temperature v reki Savi: omejitev hlajenja«.</p>
11	Energetika Ljubljana	<p>Stran 14: 2.2. plin, druga alineja: verjetno napaka.</p>	<p>Upoštevano.</p> <p>Hvala za opozorilo, zatipkana napaka, popravljeno (brisano).</p>
12	Energetika Ljubljana	<p>Pri energetskih nosilcih na strani 14 (točka, 2.1.) je naveden (zemeljski) plin), tudi opis ustreza zemeljskemu plinu (ne pa npr. LPG; UNP, ki so derivati nafte), saj je omenjena le omrežje in infrastruktura, ki lahko služi tudi vodik, sintetičnemu metanu, itd V nadaljnjem besedilu se v zvezi s plinom upošteva mestoma ožji pojem (zemeljski plin), mestoma širši pojem, saj je govora o plinohramih, ki so lahko povezani le z UNP, plinskih polnilnicah (LPG), ali oboje</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Stran 15, točka 2.3. energetska infrastruktura, ki je vezana izključno na ZP b. Stran 15, točka 2.4. energetska infrastruktura, ki je vezana na ZP (in CNG), LPG, in UNP. 	<p>Upoštevano.</p> <p>V želji po čim bolj posplošenem pristopu (delitev goriv po agregatnih stanjih – z vidika končnega uporabnika!), v poročilu manjka nekaj dodatnih pojasnil, ki smo jih sedaj vključili.</p> <p>Namenoma smo se izognili podrobnemu opisovanju tehničnih sistemov za vsako (pod)obliko energenta posebej, tako npr. za CNG in LPG nismo posebej navajali »infrastrukture«, ki je obravnavana skupaj z infrastrukturo tekočih goriv (transport po prometni infrastrukturi v tekočem stanju). Med elementi distribucije so (za CNG, LPG) navedeni lokalni plinohrami.</p>
13	Energetika Ljubljana	<p>V kolikor gre za analogijo s toploto (=daljinsko ogrevanje), bi bilo poleg odjemnih mest plina <u>potrebno navesti še notranjo plinsko napeljavo skupaj s plinsko pečjo</u> (pri toploti v isti točki na strani 16 je namreč navedeno toplotne postaje in odjemna mesta toplote). Menim da bi zadostovala le navedba ogrevalnega sistema (toplotna postaja, plinska peč).</p>	<p>Deloma upoštevano.</p> <p>Energetski sektor obravnavamo z vidika končnega uporabnika, ki odjema EE, plin (lahko tudi UNP), trda goriva (če uporablja peči ...), tekoča goriva (promet, ogrevanje), toploto (če je priključen na sistem DO).</p> <p>Kot »toplotne postaje« so mišljeni objekti, ki služijo za ogrevanje vsaj dveh končnih uporabnikov toplote, ki so priključeni preko (sistema DO), npr. skupne kotlovnice za več objektov.</p> <p><u>Uporaba teh energentov »za števce« (interne pretvorbe) niso predmet obravnave te študije.</u></p> <p>V besedilu so na nekaj mestih dodana pojasnila.</p>
14	Energetika Ljubljana	<p>Stran 26, točka 5.1., Preglednica 3:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Zemeljski plin – morda lahko privzamemo, da obstaja možnost plazov in poplav, težje pa vročine, in snežnih zemetov. Glej pripombo 5. 	<p>Ni upoštevano.</p> <p>Gre za zapise udeležencev na delavnicah. Namenoma smo pustili vse, <u>kasneje smo v analizah upoštevali le najbolj pereče.</u></p>

15	Energetika Ljubljana	b. Bioplin, lesni plin????, manjka toplota, pri čemer je toplota navedena med energetskimi nosilci in pri ocenjevanju primarnih virov energije	Upoštevano. Smo dodali toploto in dopolnili opis tveganj/kazalnikov pri plinu (iz plinskih pretvornikov).
16	Energetika Ljubljana	Stran 28, Preglednica 4: a. kogeneracija, kotlovnice, možno tveganje zaradi suše-prenizek vodostaj, če že naj se omenja generično, brez Ljubljanice, ker je verjetnost nastanka takega dogodka redka, in še to le v poletnem obdobju, ko je odvisnost od Ljubljanice skoraj enaka ni. Polega tega je na vodostaj Ljubljanice zaradi odvoda odvečne toplote iz procesa proizvodnje občutljiva predvsem premogovna tehnologija, ki se je z vključitvijo PPE TOL (na ZP) zmanjšala za 70 %. b. Sistemi za pretvorbo EE v plin, tudi vodik Stran 29, Preglednica 5: a. Plinovodi in toplovodi Posledično to vpliva tudi na Preglednico 3: energetski nosilci, kjer je pri ZP povsod navedena poškodba plinovodov.	Ni upoštevano. Gre za zapise udeležencev na delavnicah. Namenoma smo pustili vse, <u>kasneje smo v analizah upoštevali le najbolj pereče.</u>
17	Energetika Ljubljana	Malce preseneča še izpostavljanje toplotnih postaj (npr. stran 55, Preglednica 55, stran 58, preglednica 26 in zaključek), za katere menim, da niso nič bolj izpostavljene kot npr. plinske peči in drugi lokalni ogrevalni sistemi.	Upoštevano. Za toplotne postaje spremenjena ocena iz 4 na 3 in izveden nov izračun ranljivosti (majhne spremembe).
18	Energetika Ljubljana	<i>(dodatna pripomba na 3. delavnici 27.11.2025)</i> Podjetja poročajo o trajnostnosti skladno z evropskimi standardi poročanja o trajnostnosti (ESRS). Smiselno bi bilo poenotiti ti dve metodologiji, da bi bile tovrstne analize uporabne tudi za ESRS poročanja.	Pripomba zabeležena in vzeta na znanje, možnosti za poenotenje proučimo pri posodobitvi ocene.
19	Plinovodi	<i>(dodatna pripomba na 3. delavnici 27.11.2025)</i> Predlagamo črtanje snega kot nevarnosti za plinsko infrastrukturo (napaka pri vnosu na 1. delavnici).	Upoštevano. Napaka pri vnosu odpravljena.
20	Plinovodi	<i>(dodatna pripomba na 3. delavnici 27.11.2025)</i> V poročilu je na nekaj mestih navedeno samo »prenosno omrežje« ter »distribucijsko omrežje«, ne da bi se eksplicitno navedlo, ali gre za plinsko ali elektroenergetsko omrežje. Zaradi jasnosti predlagamo, da se povsod dosledno navede, za katero omrežje gre.	Upoštevano. Hvala za opozorilo, poročilo smo dopolnili s točnimi navedbami.
21	EZS, Sekcija DO in Energetika Ljubljana	<i>(dodatna pripomba na 3. delavnici 27.11.2025)</i> Ocena pomembnosti podsektorja toplota je z vidika rabe energije (delež toplote v rabi končne energije je cca 40 %), precej nizek: 5 %. V dokumentu bi bilo treba dodati ustrezno pojasnilo.	Upoštevano. V poročilo dodano kratko pojasnilo: Metodologija obravnava energetski sektor kot vezni člen med primarnimi viri energije oz. uvozom (prevzemom energentov na meji) na eni strani merilnimi mesti odjemalcev na drugi strani. Interne energijske pretvorbe (npr. pretvorba EE ali zemeljskega plina v toploto na lokaciji končnega odjemalca) in za to potrebna oprema ni bila predmet ocenjevanja. Zato se v tej oceni kot podsektor toplota obravnava le infrastrukturo za zagotavljanje toplote končnim uporabnikom, priključenim na sisteme daljinskega ogrevanja.