



Številka: 840-0002/2024
Datum: 14.02.2025

OCENA OGROŽENOSTI OBČINE BREŽICE ZARADI JEDRSKE IN RADIOLOŠKE NEVARNOSTI

Izdelal:
Roman Zakšek,
Višji svetovalec v Kabinetu župana



Sprejel:
Ivan Molan,
župan

Vsebina

1.	PROSTORSKI POLOŽAJ OBČINE BREŽICE GLEDE NA REGIONALNO RAZDELITEV KRAJINSKIH TIPOV V SLOVENIJI.....	6
1.1	Posavsko-Obsotelsko gričevje	8
1.2	Krško-Brežiško polje	8
1.3	Predgorje vzhodno od Savinje.....	9
1.4	Gorjanci z Radoho	9
2	PODNEBNE ZNAČILNOSTI	9
3	GEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI	19
4	HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI.....	21
4.1	Kratek zgodovinski oris reke Save	21
4.2	Današnje hidrološke značilnosti	21
4.3	Ocena kemijskega stanja in trendov vodnega telesa podzemne vode v Krški kotlini.....	24
4.3.1	<i>Lega telesa in osnovne značilnosti vrhnjih plasti</i>	24
4.3.2	<i>Hidrodinamske meje</i>	24
4.3.3	<i>Vpliv človekovega delovanja in ranljivost vodnega telesa</i>	25
4.3.4	<i>Kemijsko stanje vodnega telesa Krška kotlina</i>	25
4.4	Oskrba s pitno vodo ter varovanje vodnih virov v občini Brežice	26
5	GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI.....	28
5.1	Matična podlaga v štajerskem delu občine.....	28
5.2	Tla v štajerskem delu občine	29
5.3	Matična podlaga v dolenskem ozziroma kranjskem delu občine	29
5.4	Tla v dolenskem ozziroma kranjskem delu občine	29
6	VEGETACIJSKE ZNAČILNOSTI.....	30
6.1	Vegetacijske značilnosti štajerskega dela občine	30
6.1.1	<i>Nižinski gozd doba in belega gabra</i>	30
6.1.2	<i>Nižinski gozd gradna in belega gabra z belkasto bekico.....</i>	30
6.1.3	<i>Predgorski bukov gozd</i>	30
6.1.4	<i>Termofilni gozd bukve in gabrovca</i>	31
6.1.5	<i>Gozd gradna in bukve z belkasto bekico</i>	31
6.1.6	<i>Gorski bukov gozd z mnogolistno mlajo</i>	31
6.2	Vegetacijske značilnosti dolenskega (kranjskega) dela občine	31
6.2.1	<i>Nižinski gozd doba in belega gabra (361,94 ha)</i>	32
6.2.2	<i>Gozd gradna in bukve z belkasto bekico (397,58 ha).....</i>	32

6.2.3	<i>Bukov gozd s tevjem (2.100,48 ha)</i>	32
6.2.4	<i>Bukovje z bršljanom (432,66 ha)</i>	32
6.2.5	<i>Bukovje s črnim gabrom (220,86 ha)</i>	32
7	SEIZMOLOŠKE ZNAČILNOSTI	33
7.1	Potresna nevarnost Slovenije	33
7.2	Potresna nevarnost v občini Brežice	35
7.3	Potres leta 1917 v Brežicah	36
8	EKOLOŠKE IN DRUGE ZNAČILNOSTI	36
9	PROSTORSKE ZNAČILNOSTI	39
9.1	Lokacija pomembnih objektov za zaščito in reševanje	39
9.2	Lokacija objektov, ki dodatno ogrožajo okolico	40
10	GOSPODARSKE ZNAČILNOSTI	40
10.1	Kmetijstvo	40
10.2	Turizem	41
11	PROMETNE ZNAČILNOSTI	41
12	ENERGETSKE ZNAČILNOSTI	42
13	DEMOGRAFSKE ZNAČILNOSTI	43
14	KULTURNE ZNAČILNOSTI	44
15	EPIDEMOILOŠKE ZNAČILNOSTI	45
16	NARAVNE IN DRUGE NESREČE, KI OGROŽAJU OBČINO BREŽICE	48
16.1	Jedrska ali radiološka nesreča	49
16.2	Rušilni potresi	49
16.3	Poplave	49
16.4	Požari večjega obsega	49
16.5	Prometne nesreče na avtocesti večjega obsega	49
16.6	Prometne nesreče na železniški progi večjega obsega	50
16.7	Neurja	50
16.8	Pojavi kužnih bolezni pri živalih večjega obsega	50
16.9	Zemeljski plazovi	51
16.10	Teroristični napadi	51
16.11	Suše	51
16.12	Nesreče zrakoplovov	52
19.13	Epidemije oziroma pandemije nalezljive bolezni pri ljudeh	52
1.	VIRI RADIOLOŠKE NEVARNOSTI	54

1.1	Splošno o nevarnosti ionizirajočega sevanja.....	54
1.2	Sistem delovanja in osnovne vrste jedrske elektrarn	55
1.3	Jedrski objekti.....	58
1.3.1	<i>Nuklearna elektrarna Krško</i>	58
1.3.2	<i>Odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov.....</i>	72
1.3.3	<i>Odlagališče visokoradioaktivnih odpadkov.....</i>	73
1.4	Sevalni objekti	75
1.4.1	<i>Splošna bolnišnica Brežice</i>	75
1.5	Radiološki izredni dogodki.....	78
1.5.1	<i>Nenadzorovani viri ionizirajočega sevanja</i>	78
1.5.2	<i>Padec satelita z radioaktivno snovjo.....</i>	79
1.5.3	<i>Prevoz radioaktivnih odpadkov.....</i>	79
1.6	Nesreče v tujini.....	79
2.	MOŽNI VZROKI NASTANKA NESREČE.....	82
2.1	Možne okvare jezov	82
2.2	Možna sprememba toka reke Save	83
2.3	Potres	84
2.4	Teroristični napad na NEK	84
2.5	Izostanek hladila in posledično taljenje goriva oziroma sredice	85
3.	VERJETNOST POJAVLJANJA NESREČE	85
4.	VRSTE, OBLIKE IN STOPNJE OGROŽENOSTI	85
4.1	Vrsta in oblika ogroženosti.....	85
4.2	Stopnje ogroženosti po klasifikaciji stopnje nevarnosti.....	85
4.2.1	<i>Nenormalni dogodek.....</i>	86
4.2.2	<i>Začetna nevarnost</i>	86
4.2.3	<i>Objektna nevarnost.....</i>	86
4.2.4	<i>Splošna nevarnost.....</i>	87
4.2.5	<i>Območja načrtovanih ukrepov.....</i>	87
5.	POTEK IN MOŽEN OBSEG NESREČE	87
6.	OGROŽENI PREBIVALCI, ŽIVALI, PREMOŽENJE IN KULTURNA DEDIŠČINA.....	88
7.	VERJETNE POSLEDICE NESREČE	88
8.	VERJETNOST NASTANKA VERIŽNE NESREČE.....	89
9.	MOŽNOSTI PREDVIDEVANJA NESREČE	89
10.	VARNOSTNI SISTEMI V NUKLEARNI ELEKTRARNI KRŠKO.....	89

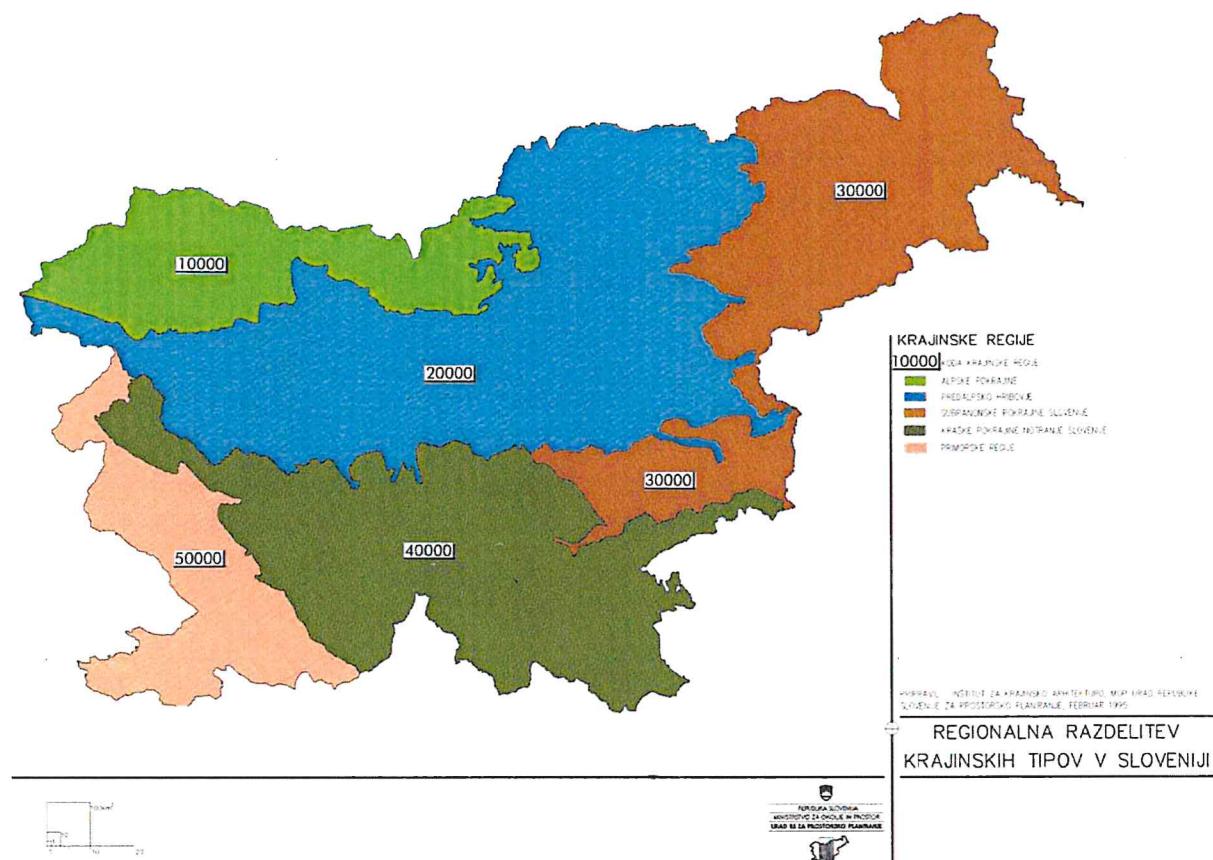
11.	PRIMERI NESREČ V JEDRSKIH ELEKTRARNAH	90
11.1	Nesreča v jedrski elektrarni Otok treh milj	90
11.2	Nesreča v jedrski elektrarni Černobil	90
11.2.1	<i>Potek jedrske nesreče</i>	91
11.2.2	<i>Ukrepi</i>	92
11.2.3	<i>Vzroki</i>	93
11.2.4	<i>Posledice</i>	94
11.3	Nesreča v jedrski elektrarni Fukushima Dai-ichi	96
11.3.1	<i>Potek jedrske nesreče</i>	97
11.3.2	<i>Ukrepi</i>	98
11.3.3	<i>Posledice</i>	100
12.	PREDLOGI ZA IZVAJANJE ZAŠČITE, REŠEVANJA, POMOČI IN ODPRAVO POSLEDIC JEDRSKE ALI RADIOLOŠKE NESREČE	100

1. PROSTORSKI POLOŽAJ OBČINE BREŽICE GLEDE NA REGIONALNO RAZDELITEV KRAJINSKIH TIPOV V SLOVENIJI

Po regionalni razdelitvi krajinskih tipov (Slika 1) je Slovenija razdeljena na (Povzeto po Marušič et al. 1998):

- 1) Krajine alpske regije;
- 2) Krajine predalpske regije;
- 3) Kraške krajine notranje Slovenije;
- 4) Krajine primorske regije in
- 5) Krajine subpanonske regije.

Slika 1: Regionalna razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji



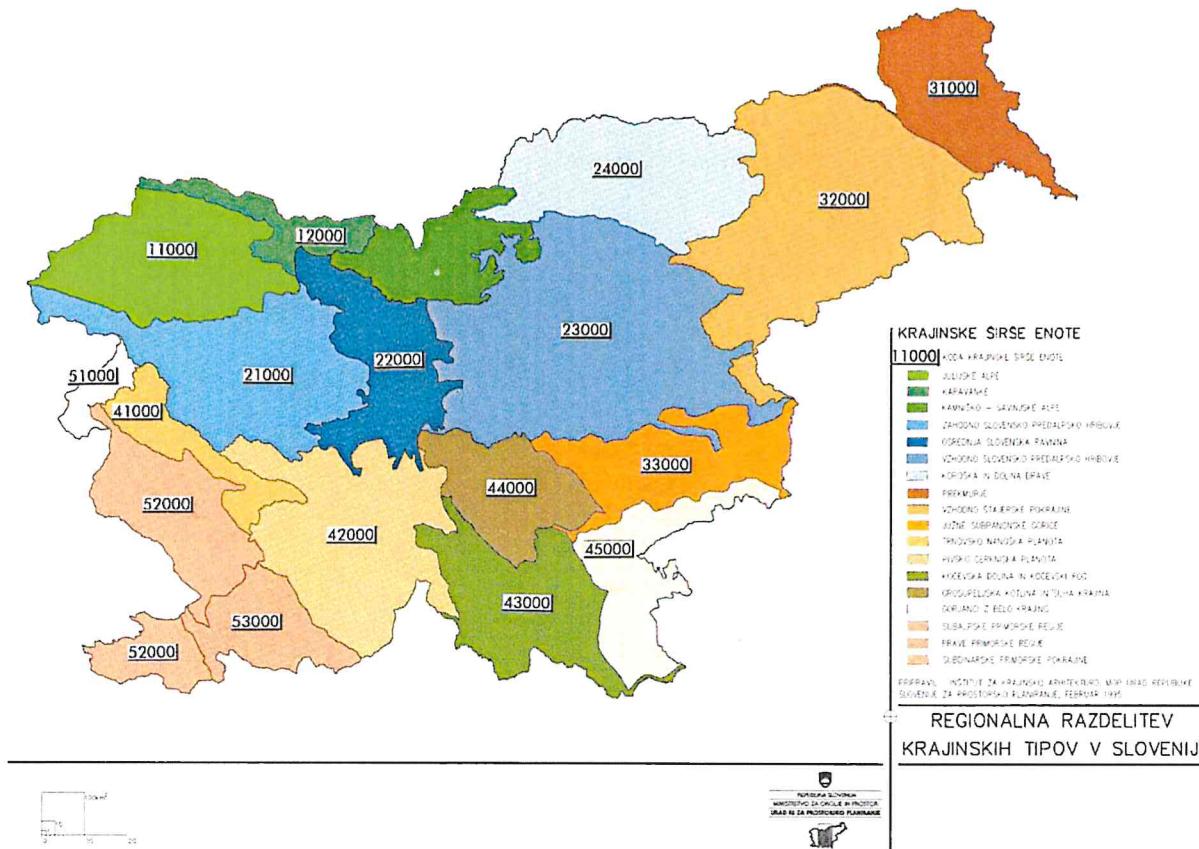
Vir: http://www.ppz.mzip.gov.si/doc/aplikacije_prost_podatki/21-79-1.htm

Krajine subpanonske regije (33000) (Slika 2), kamor se uvršča tudi večina ozemlja občine Brežice je razdeljena še na (Povzeto po Marušič et al. 1998):

- 1) Prekmurje;
- 2) Vzhodne štajerske regije in
- 3) Južne subpanonske regije.

Mali, severni del občine Brežice se uvršča glede na regionalno razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji tudi v Predalpsko regijo (20000), ter malo večji, južni del občine Brežice v Kraško regijo notranje Slovenije (40000).

Slika 2: Subpanonske regije (31000, 32000, 33000)



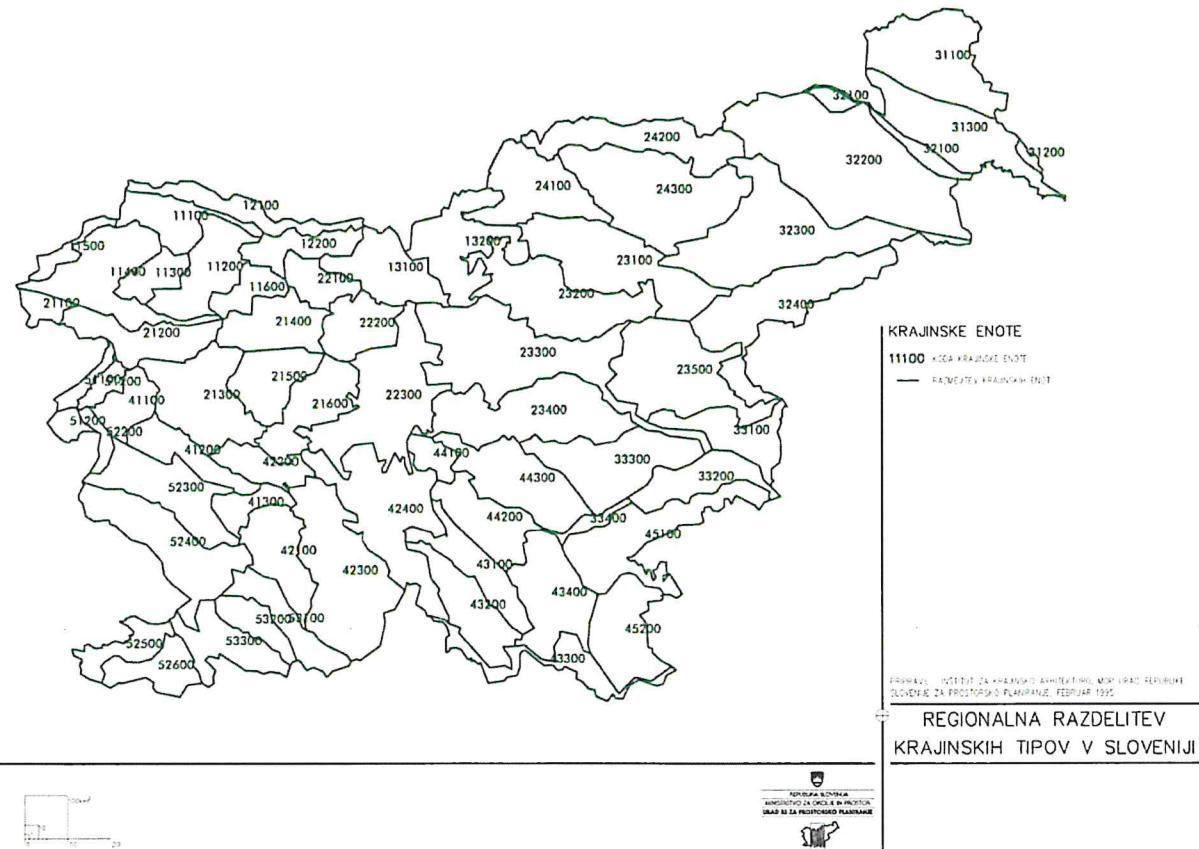
Vir: http://www.ppz.mzip.gov.si/doc/aplikacije_prost_podatki/21-79-2.htm

Večina ozemlja občine Brežice spada v Južno subpanonsko regijo (Slika 2), ki je razdeljena še na (Slika 3) (Povzeto po Marušič et al. 1998):

- 1) Posavsko-Obsotelsko gričevje (33100);
- 2) Krško-Brežiško polje (33200);
- 3) Krško gričevje (33300) in
- 4) Dolino srednje Krke z obrobjem (33400).

Mali, severni del občine Brežice se uvršča glede na regionalno razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji tudi v Vzhodnoslovensko predalpsko hribovje (23000) oziroma v Predgorje vzhodno od Savinje (23500), ter malo večji, južni del občine Brežice tudi v Gorjance z Belo krajino (45000) oziroma v Gorjance z Radoho (45100).

Slika 3: Razdelitev subpanonske regije glede na občino Brežice (33100, 33200)



Vir: http://www.ppz.mzip.gov.si/doc/aplikacije_prost_podatki/21-79-11.htm

Občina Brežice obsega v okviru Južne subpanonske regije (33000), Posavsko- Obsotelsko gričevje (33100) ter Krško-Brežiško polje (33200).

1.1 Posavsko-Obsotelsko gričevje

Posavsko-Obsotelsko gričevje opredeljuje razgiban gričevnat relief na mehkih terciarnih kameninah (lapor, peščenjak), ki na jugu preide v izravnavo Dobrave na vzhodu pa v dolino Sotle. Za Posavsko-Obsotelsko gričevje so značilne ugodne razmere za sadjarstvo in vinogradništvo. Od drugih sorodnih območij južne supanonske Slovenije (Krško gričevje) je enota fizično ločena z dolino reke Save, kar je v preteklosti pomenilo tudi administrativno ločitev Štajerske in Kranjske. (Povzeto po Marušič et al. 1998, 69)

1.2 Krško-Brežiško polje

Krško-Brežiško polje opredeljuje ravnina na rečnih nanosih, produ, glini in ilovici spodnjega toka reke Krke in Save od Šentjernejskega polja preko Krakovskega gozda do ravnice ob Savi vse do hrvaške meje. (Povzeto po Marušič et al. 1998, 73)

1.3 Predgorje vzhodno od Savinje

»Razgiban relief in površinski pokrov opredeljujeta območje geografsko sklenjenega hribovitega sveta z velikim deležem gozda, slikovitimi soteskami hudourniških potokov, majhnimi, gručastimi zaselki.« (Marušič et al. 1998,99)

Zajema hribovito območje na meji med subalpskim in subpanonskim svetom. Geografsko in fiziografsko je to dokaj zaokrožena enota. Smeri prostora potekajo tu v glavnem vzhod – zahod. Nosiči prostorske orientacije so zlasti nekateri značilni hriboviti vrhovi ali skalni osamelci, še najbolj pa sakralni objekti na vidno povezanih točkah. Manj pregledna so strnjena gozdna območja. (Povzeto po Marušič et al. 1998, 99)

1.4 Gorjanci z Radoho

»Temeljno merilo za opredelitev Gorjancev z Radoho je reliefna zgradba; gorski čok Gorjancev je jasno čitljiv kot zaokrožena, homogena geografska enota.« (Marušič et al. 1998,113)

»Pobočja gorskega čoka Gorjancev z značilno prečnodinarsko smerjo, ki ga gradijo apnenci in dolomiti, prehajajo v ravnino Bele krajine in Krško-Brežiškega polja čez gričevje (Podgorje in Žumberak). Radoha je prostorsko in po značilnostih pravzaprav prehod med Gorjanci in Kočevskim Rogom, vendar se glede na krajinsko zgradbo (površinski pokrov in relief) uvršča h Gorjancem.

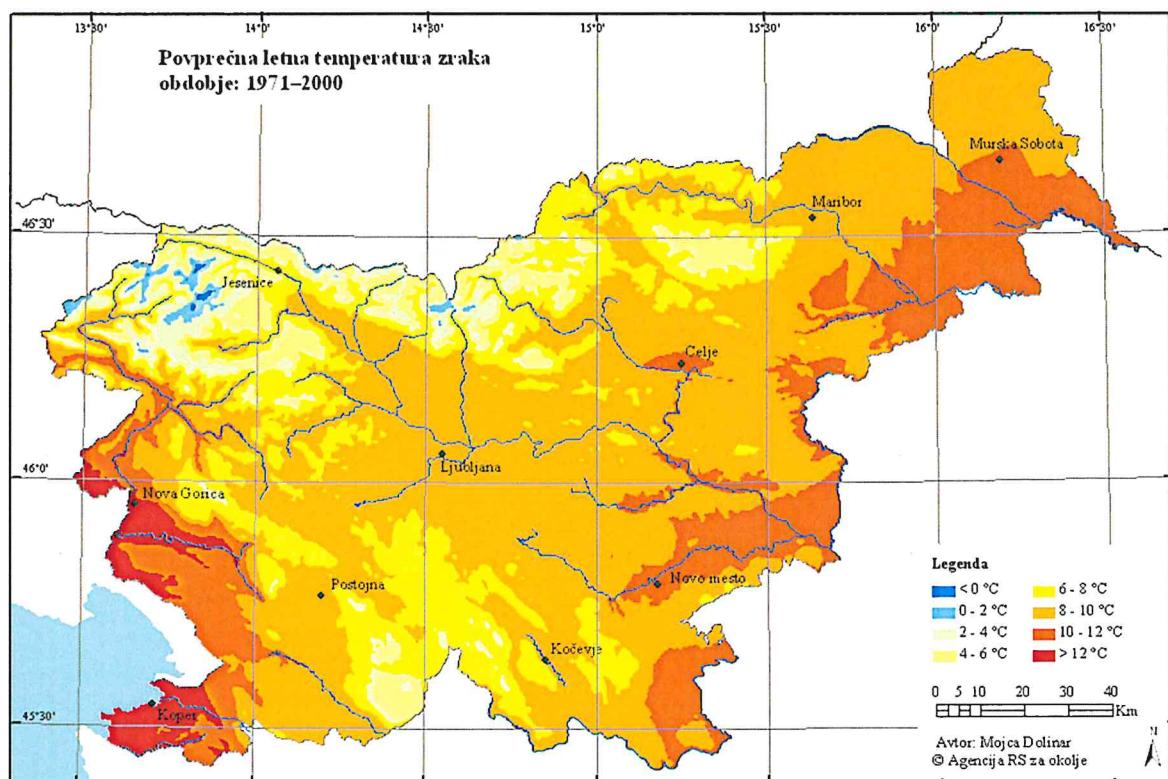
V splošnem gre za območje, ki je jasno čitljivo v širšem prostoru. Opredeljuje ga predvsem reliefna zgradba Gorjancev, ki se dvigajo nad belokranjskim ravnikom in nad Krško-Brežiškim poljem.« (Marušič et al. 1998,113)

2 PODNEBNE ZNAČILNOSTI

»Pokrajina ima zmerno celinsko podnebje. Količina padavin se zmanjšuje od zahoda proti vzhodu in od Posavskega hribovja proti Krški ravni, torej od severa proti jugu. Najbolj je namočeno Senovsko gričevje, kjer pade od 1100 do 1300 mm padavin, največ vzdolž Bohorja, ob katerem se izločijo vlažne zračne gmote, ki potujejo proti severu, severovzhodu in vzhodu. Krško gričevje dobi na severozahodu do 1200 mm padavin, na jugovzhodu pa do 1100 mm. Ker so padavine sorazmerno enakomerno razporejene prek leta, viški in nižki niso izraziti; prvi višek je junija, ko povsod pade nad 100 mm dežja, in drugi novembra. Prvi nižek je februarja ali januarja, ko pade okrog 60 mm padavin in drugi oktobra. Najbolj je namočeno poletje, najmanj zima.

Povprečna letna temperatura je med 9 in 10°C, julijnska med 18 in 20°C in januarska okrog -1°C. Letna temperaturna amplituda je na severozahodu približno 19°C in na jugovzodu 21°C. To pomeni, da se celinskost podnebja glede temperatur in padavin stopnjuje od SZ proti JV. Gričevja so spomladi in jeseni v območju toplega pasu nad hladnim zrakom v dolini Save in Krški kotline, zato so toplejša od nižjih predelov, kar je ugodno za vinograde in sadovnjake. Pozimi inverzijski zrak pogosto prekrije tudi gričevja, zato so temperaturne razlike med slemenimi ter dolinami in sosednjo kotlino majhne. Na leto je okrog 80 dni z meglo: po slemenih nekaj manj, v vlažnih dolinah nekaj več.« (Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 14)

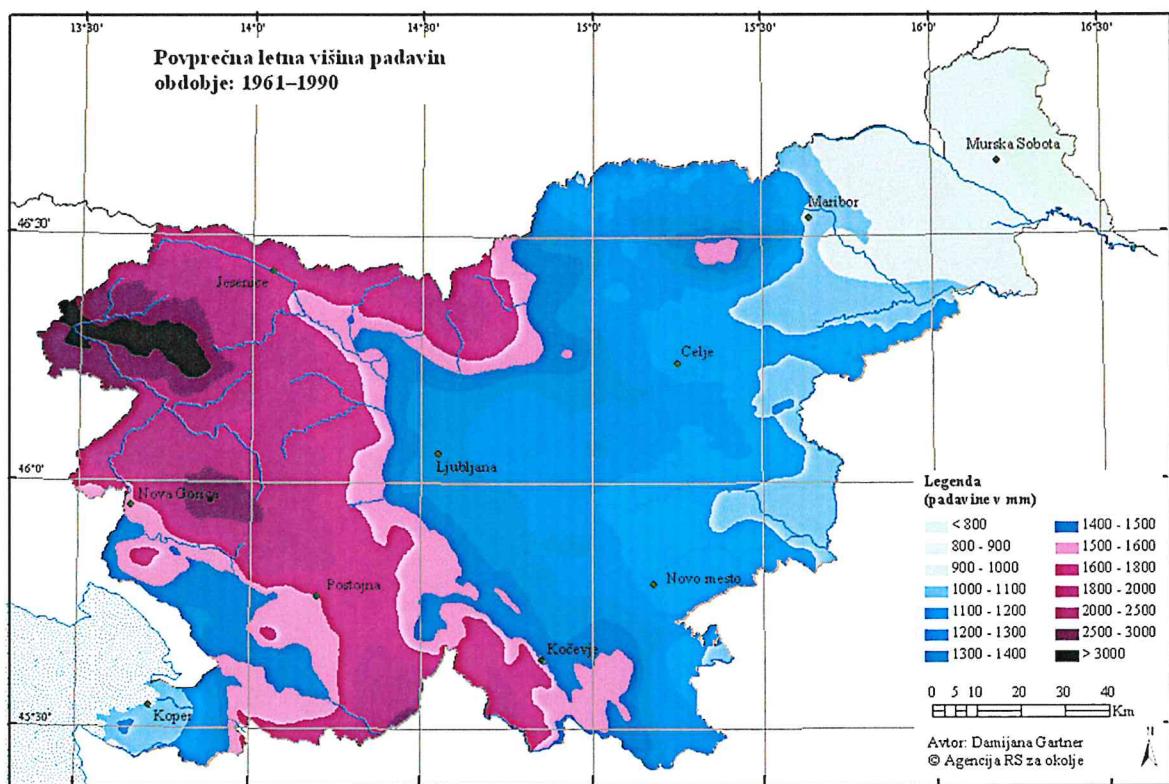
Slika 4: Povprečna letna temperatura zraka, obdobje: 1971-2000.



Vir: <http://www.ars.si/vreme/podnebje/karte/karta4013.html>

Kakor kaže Slika 4 je področje občine Brežice eno najbolj izpostavljenih delov države glede visokih temperatur.

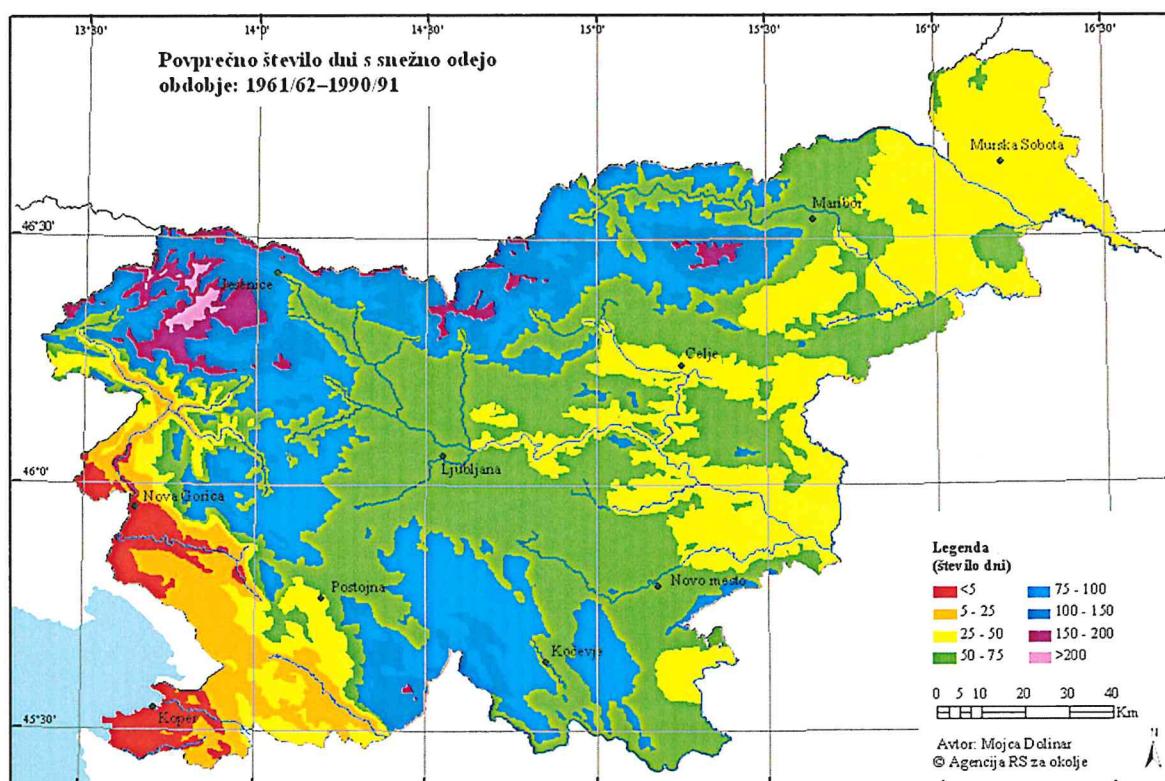
Slika 5: Povprečna letna višina padavin, obdobje: 1961-1990.



Vir: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4028.html>

Kot je razvidno iz Slike 5 je področje občine Brežice v državi Sloveniji, po Prekmurju eno izmed območij z najmanj padavin in tako poleg visoke letne povprečne temperature (Slika 5) eno najbolj sušno ogroženih področij.

Slika 6: Povprečno število dni s snežno odejo, obdobje: 1961/62 – 1990/91.

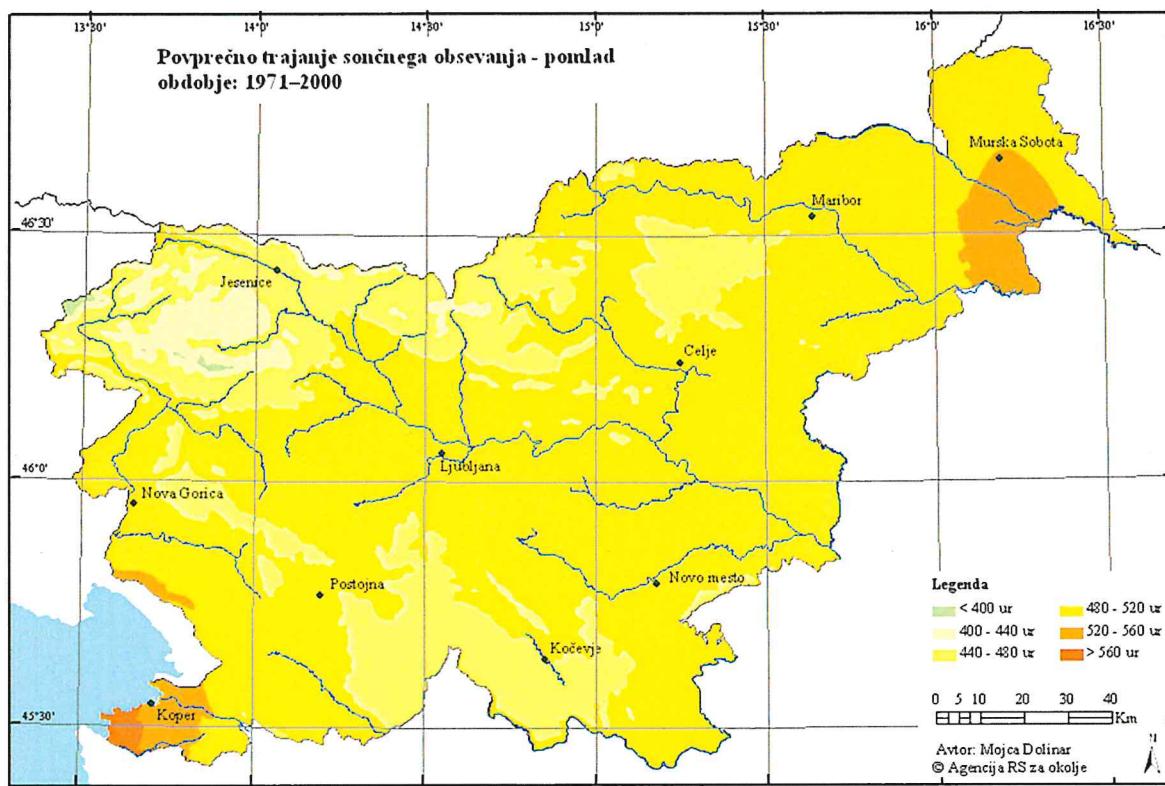


Vir: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4034.html>

Glede na Sliko 6 je občina Brežice po Primorski, poleg ostalega vzhodnega dela države deležna manj snežne odeje kakor ostali deli.

»Prostorska spremenljivost trajanja sončnega obsevanja se iz sezono močno spreminja, območja prostorskih minimumov in maksimumov se iz zime v poletje lahko celo zamenjajo. Prikaz povprečne letne prostorske porazdelitve trajanja sončnega sevanja bi to nasprotje med letnimi časi v veliki meri zbrisal, zato smo se odločili, da prikažemo prostorsko porazdelitev trajanja sončnega obsevanja za vsak letni čas posebej.«
(<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/sonce.html>)

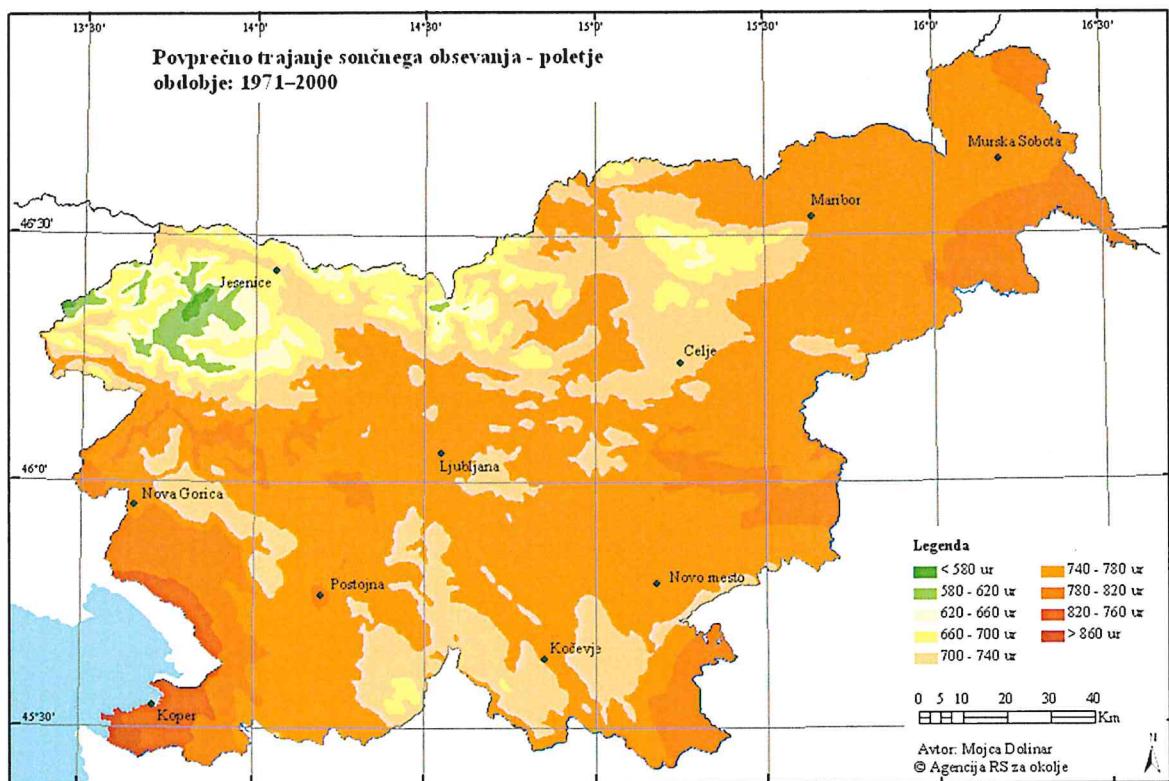
Slika 7: Povprečno trajanje sončnega obsevanja – pomlad, obdobje 1971-2000.



Vir: <http://www.ars.si/vreme/podnebje/karte/karta4038.html>

Po Sliki 7 je trajanje sončnega obsevanja v pomladnem letnem času, razen koprskega dela, južno od Murske Sobote ter visokogorja, na področju občine Brežice podobno večinskemu delu države.

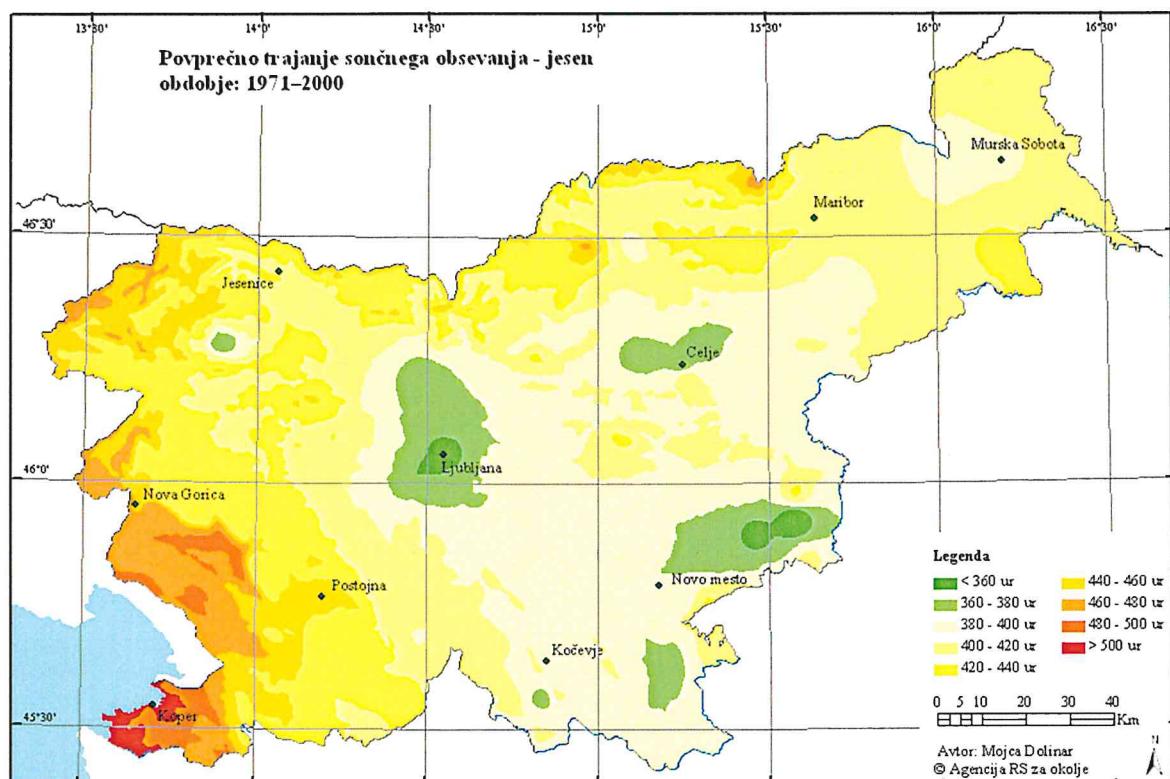
Slika 8: Povprečno trajanje sončnega obsevanja – poletje, obdobje: 1971-2000.



Vir: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4039.html>

Kakor je vidno na Sliki 8 je trajanje sončnega obsevanja v letnem času poletja v občini Brežice eno izmed najdaljših v Sloveniji.

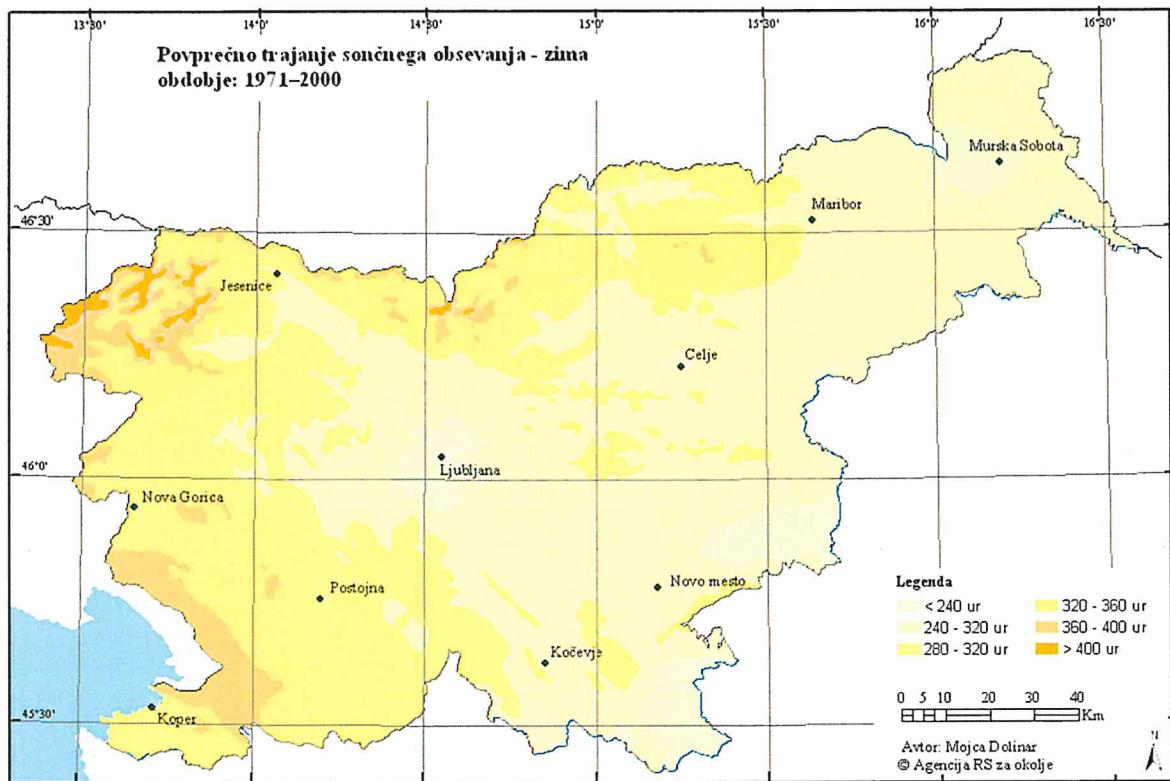
Slika 9: Povprečno trajanje sončnega obsevanja – jesen, obdobje: 1971-2000.



Vir: <http://www.ars.si/vreme/podnebje/karte/karta4040.html>

Glede na Sliko 9 ima manjši, severni del občine Brežice v jesenskem letnem času manjše trajanje sončnega obsevanja od južnega dela.

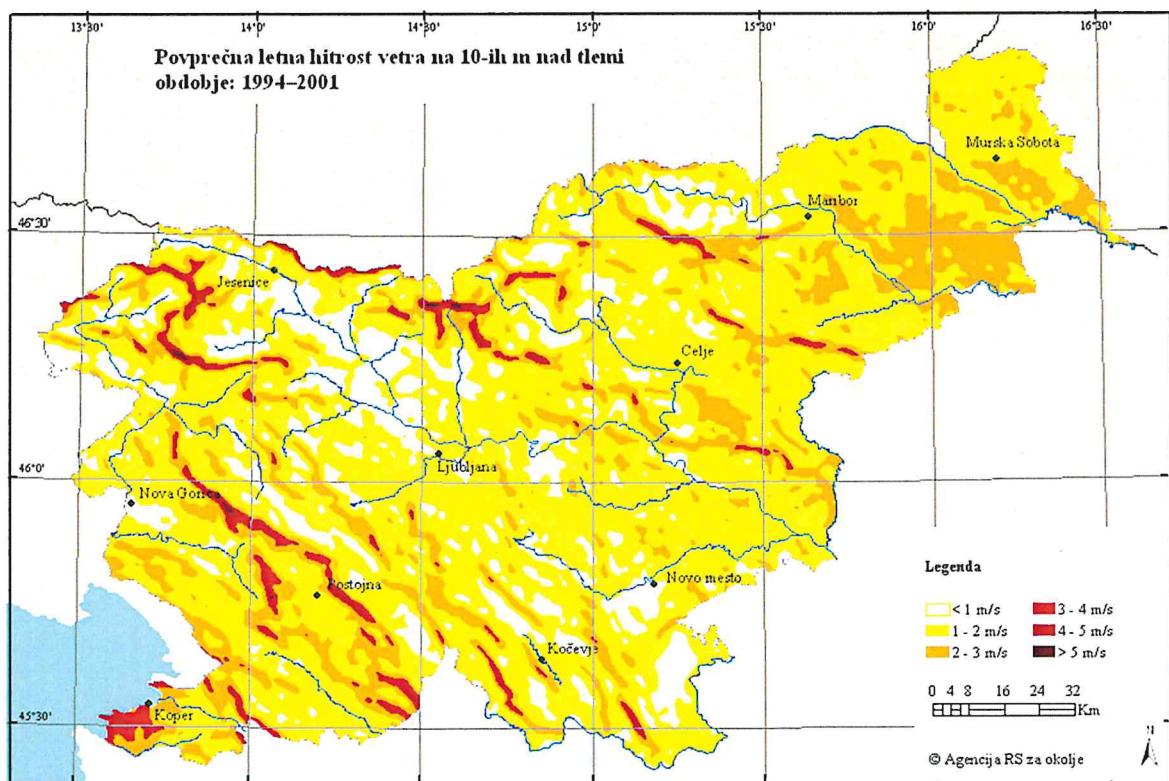
Slika 10: Povprečno trajanje sončnega obsevanja – zima, obdobje: 1971-2000.



Vir: <http://www.ars.si/vreme/podnebje/karte/karta4041.html>

Iz Slike 10 je razvidno, da ima področje občine Brežice v zimskem letnem času poleg Bele krajine, severozahodnega dela Murske Sobote ter ljubljanske kotline, najmanjše trajanje sončnega obsevanja.

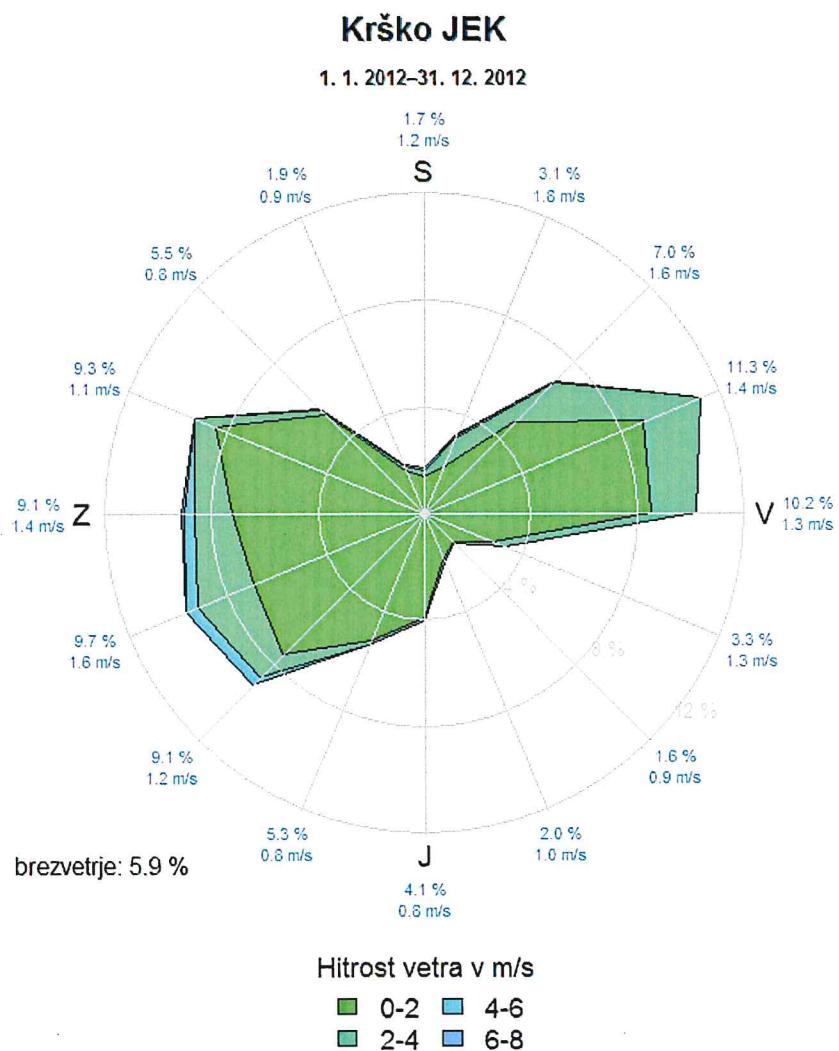
Slika 11: Povprečna letna hitrost vetra na 10-ih m nad tlemi, obdobje: 1994-2001.



Vir: <http://www.ars.si/vreme/podnebje/karte/karta4042.html>

Slika 11 kaže, da je področje občine Brežice manj izpostavljeno močnim vetrovom.

Slika 12: Najpogosteje smeri vetra na merilnem mestu NEK v letu 2012 na višini 10 m



ARSO, 2013

Vir: ARSO, Renato Bertalanič

Slika 12 kaže, da so v letu 2012 na merilnem mestu NEK vetrovi pihali največ na smerni osi ZJJ (WSW) – VSV (ENE) z 20° zamikom na vzhodni strani v smeri vzhoda ter na zahodni strani s 40° zamikom v smeri severa in 20° zamikom v smeri juga.

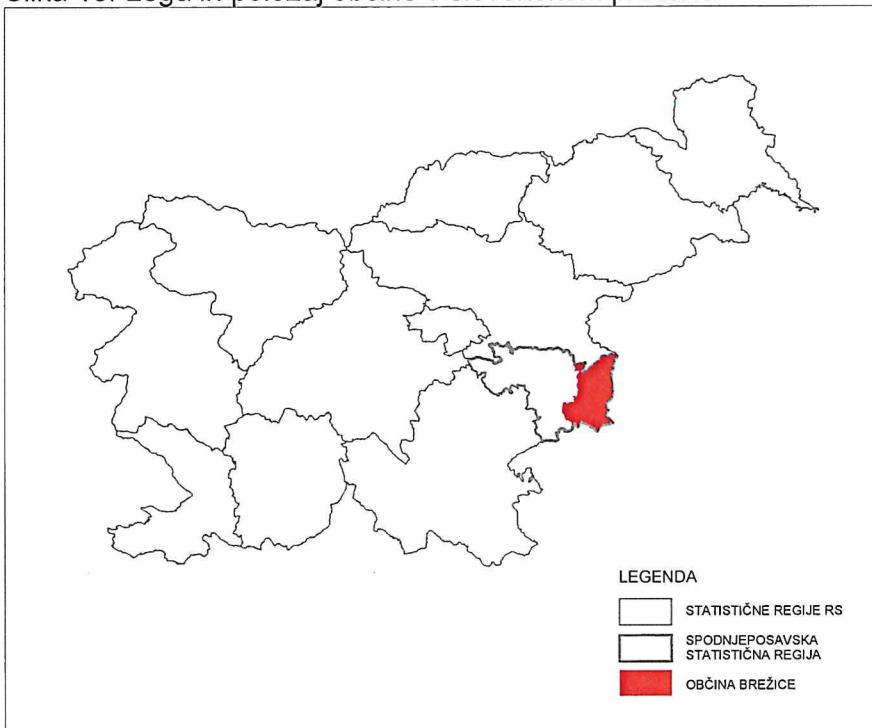
Tabela 1: Povprečna hitrost vetra na merilnem mestu NEK v letu 2012 na višini 10 m

mesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Leto
Hitrost v m/s	1,3	1,4	1,3	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2

Vir: ARSO, Renato Bertalanič

3 GEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI

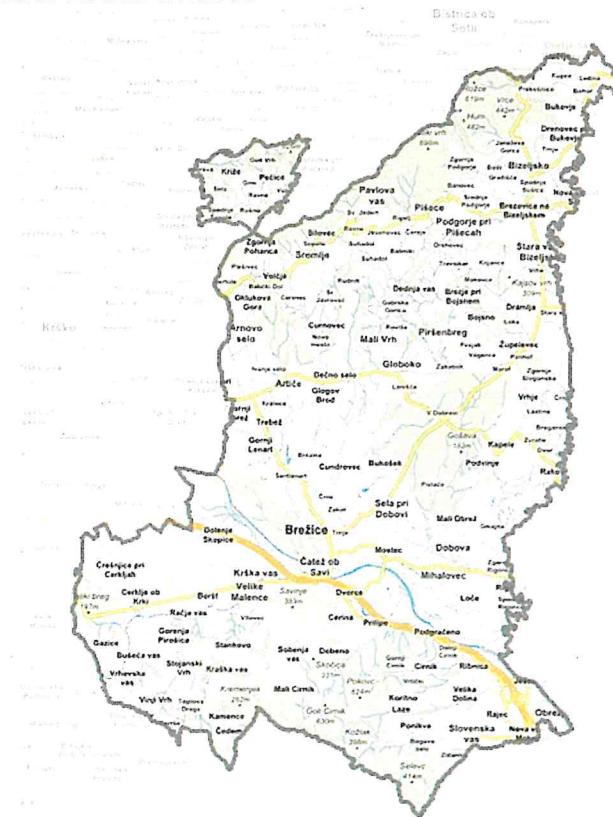
Slika 13: Lega in položaj občine v slovenskem prostoru



Vir: Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 8)

Iz Slike 13 je razvidno, da občina Brežice leži na jugovhodu Slovenije.

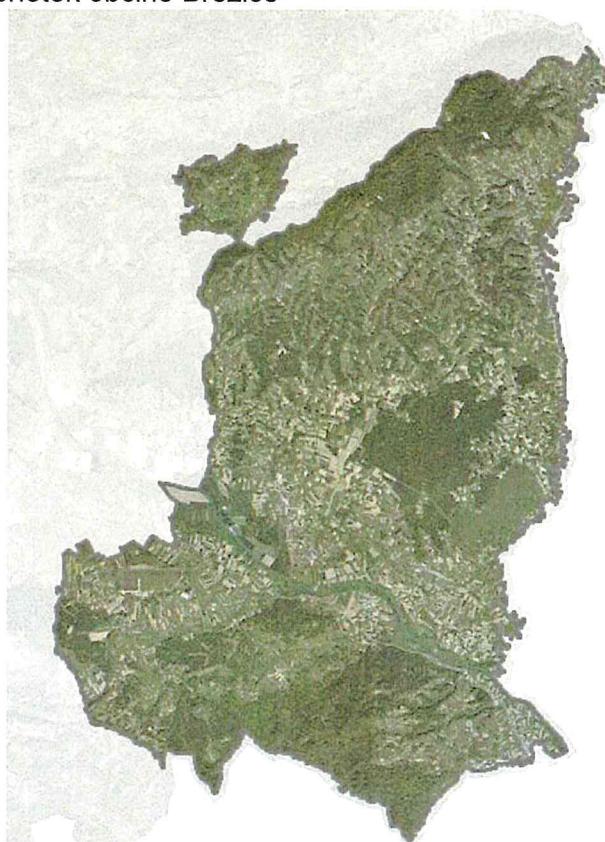
Slika 14: Osnovna karta občine Brežice



Vir: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE

Na Sliki 14 so vidne glavne prometne povezave z avtocesto, ostalimi cestami ter potekom železniške proge.

Slika 15: Letalski posnetek občine Brežice



Vir: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE

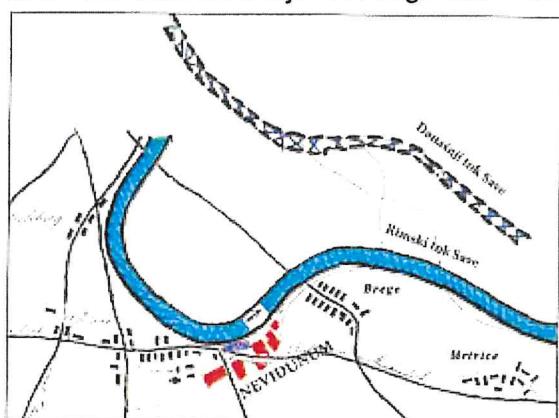
Na Sliki 15 je vidna poraščenost občine Brežice z gozdom, kmetijske površine, reke Sava, Krka in Sotla ter poseljenost oziroma pozidanost pokrajine. Področje bele barve je Hrvaška, področje sive barve pa ostali del Slovenije.

4 HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI

4.1 Kratek zgodovinski oris reke Save

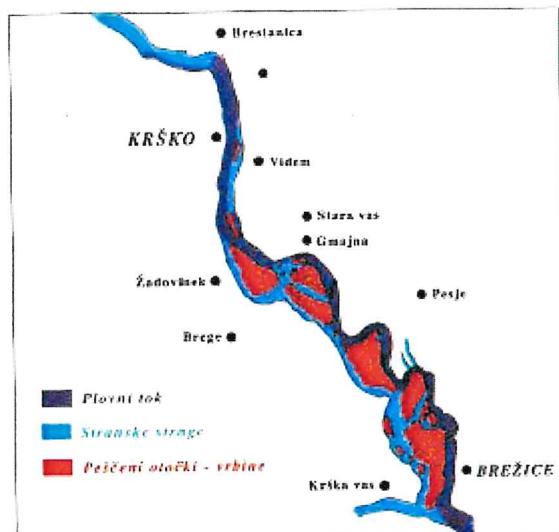
»Ko pišemo o današnji Savi, se moramo najprej na kratko zazreti v njen geološko preteklost. V zadnji zemeljski ledeni dobi je pred 16.000 leti začela plaviti prod izpod ledenikov. Po vstopu v Posavsko hribovje ga je odlagala le v manjših količinah, na prehodu v ravnino Krškega polja pa je ustvarila ogromen rečni prodni zasip. V holocenu (začetek pred 6.000 leti) se je plavljenje materiala zmanjšalo in Sava je v krškopoljski zasip vrezala terase. Najstarejšo lahko nizvodno od Krškega vidimo še danes, ko se proti jugu znižuje; pri Drnovem je visoka 4 metre, a se od Skopic naprej že izenači z okolico.« (Šebek 2009, 11)

Slika 16: Rekonstrukcija rimskega toka reke Save po Leinmuellerju



Vir: Šebek 2009, 35 (po Petru 1978, 12)

Slika 17: Sava Krško – Brežice na karti Jožefinske izmere okoli 1772



Vir: Šebek 2009, 38 (po Rajšp, Glonar 1999, sekcija 217)

Slike 16 in 17 kažejo kako je Sava zaradi različnih vzrokov skozi zgodovino spremenjala svoj vodni tok.

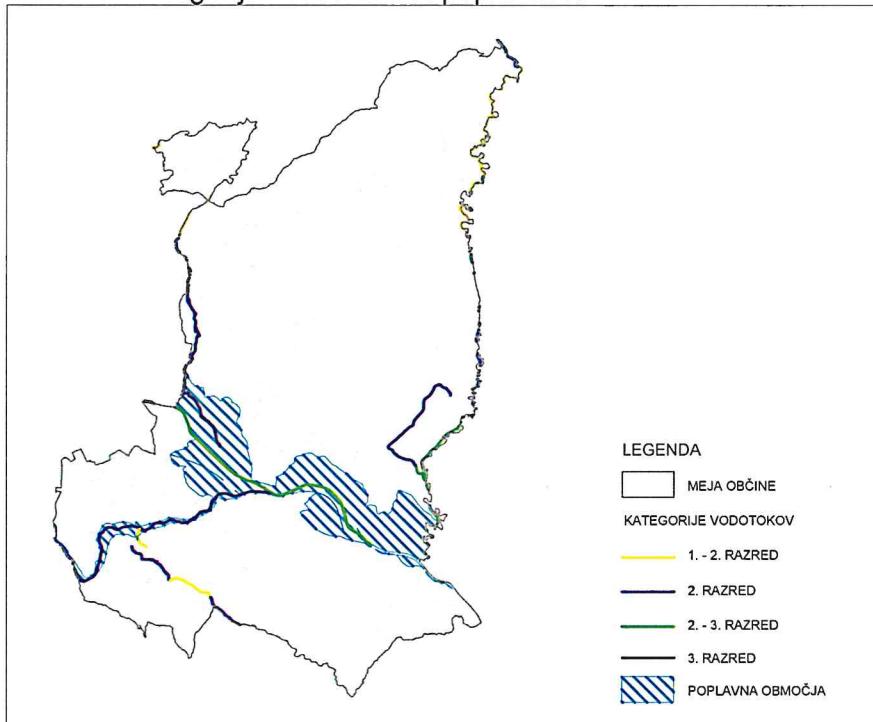
4.2 Današnje hidrološke značilnosti

Reki v štajerskem delu občine sta Sava, ki deli občino na severni – štajerski del ter južni – dolenski oziroma kranjski del in teče v smeri severozahod – jugovzhod, nekaj časa teče kot mejna reka med Slovenijo in Hrvaško in severovzhodno od hrvaške Bregane zapusti del slovenskega ozemlja ter Sotla, ki je mejna reka med Slovenijo in Hrvaško in teče v smeri sever – jug in južno od vasi Rigonce zapusti slovensko ozemlje ter se izlije z levega brega v Savo. Obe občasno poplavljata, še posebej pa Sava. Večji potoki v štajerskem delu občine so Dramlja, Sromljica, Močnik, Volčjak, Ribjek, Curnovščica, Šica, Negot, Hudinov graben in Struga. Večjih naravnih stoečih voda v tem delu občine ni. So pa ribniki v opuščenih odkopih gline kot npr. v Šentlenartu ob nekdanji opekarni ter v opuščenih gramoznih jamah kot npr. ribniki v Vrbini ob levem bregu Save.

Reki v dolenskem oziroma kranjskem delu občine sta Krka, ki teče v smeri vzhoda ob severnem delu hribovja Gorjancev in se pri Čatežu izlije z desnega brega v reko Savo ter

mejna reka Bregana, ki od kraja Gabrovica naprej ločuje Slovenijo in Hrvaško. Večina potokov je stisnjena med reko Krko in reko Savo. Potoki so Skradnica, Kraški potok, Piroški potok, Globoški potok, Prilipski potok, Gračenica, Kamenjak, Koričanski potok in Dolinski potok. Večja stoječa vodi je Prilipski ribnik.

Slika 17: Kategorija vodotokov in poplavnost



Vir: Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 10)

Slika 17 prikazuje področje večjih poplav. Pri višini 7,5 m reke Save na merilnem mestu novega naselja Čatež Sava na levem bregu poplavi Vrbino do prvih hiš v Gornjem Lenartu, se približa hišam v Šentlenartu, se stisne ob zahodno brežino mesta Brežic, poplavi del Kusove vrbine do nasipa, ter se po koncu nasipa razlije do prvih hiš vasi Mihalovec in vasi Loče, kjer povzroči škodo v kletnih prostorih neposredno ali pa podtalnica. Sava z desne strani zalije klet v gostilni na sotočju, na desnem bregu pa poplavi podtalnica bazenske strojnice v Termah Čatež. Ker Sava zaradi visokega vodostaja zapre izliv reke Krke v Savo, ta poplavi nekaj hiš v severnem delu Krške vasi in pride do samih hiš na vzhodni strani vasi, na levem bregu reke Krke. V Velikih Malencah reka Krka poplavi eno hišo na desnem bregu, ter klet hiše v Dolenji Pirošici.

4.3 Ocena kemijskega stanja in trendov vodnega telesa podzemne vode v Krški kotlini

4.3.1 Lega telesa in osnovne značilnosti vrhnjih plasti

»Vodno telo Krška kotlina se nahaja na območju aluvialnega prodnega zasipa reke Save med Krškim in državno mejo pri Bregani. V tektonski udonini prevladujejo aluvialni nanosi proda in peska kvartarne starosti ter pliocenski peski in gline. Pod pliocenskimi plastmi so miocenske kamnine, predvsem lapor. Podlago terciarnim kamninam tvorijo sedimentne kamnine mezozojske starosti. Na površju prevladujejo geološke plasti karbonatne sestave z medzrnsko poroznostjo. Manj je geoloških plasti silikačne sestave z medzrnsko poroznostjo.« (<http://www.ars.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/1003.pdf>)

4.3.2 Hidrodinamske meje

»Vodno telo, ki ima značilno povezavo s površinskimi vodami se nahaja v treh tipičnih vodonosnikih. Prvi, aluvialni, medzrnski vodonosnik je kvartarne starosti. Sestavlja ga peščeno prodni zasipi rek Save in Krke ter njunih pritokov. Je obširen in lokalni, srednje do visoko izdaten, mestoma nizko izdaten. V njem se nahaja najpomembnejši del vodnega telesa, ki se uporablja za oskrbo prebivalstva s pitno vodo. Na stiku aluvialnega nanosa s predkvartarnim obrobjem je določena zunanjja meja vodnega telesa. Stik je ponekod praktično neprepustna hidravlična meja, mestoma pa zasledimo veliko razliko v prepustnosti. Ker meja ni povsod neprepustna, pričakujemo podzemne dotoke iz sosednjih vodonosnikov. Meja vodonosnika na državni meji pri Bregani ni hidrodinamskega značaja. V tem delu je vodonosnik prekomejni, ker podzemna voda odteka iz Slovenije na Hrvaško. Reka Sava predstavlja pomembno hidrodinamsko mejo v aluvialnem vodonosniku, saj ga večinoma drenira, delno pa tudi napaja. Reka Krka drenira vodonosnik na širšem območju Krške vasi vse od sotočja s Savo. Gorvodno nima izrazitejše hidravlične vloge.

Drugi, medzrnski vodonosnik kvartarne in terciarne starosti, se nahaja pod aluvialnimi nanosi rek Save in Krke ter njunih pritokov. V terciarnih plasteh mestoma nastopajo peski in prodi, ponekod pa tudi apnenci z razpoklinsko ali kraško poroznostjo. Terciarni sedimenti z območja Bizejskega vpadajo pod aluvialni zasip in tvorijo njegovo podlago. Na južnem obrobju kotline skoraj ne izdanjajo, saj so ponekod erodirani že do predterciarne karbonatne podlage. Vodonosnik je obširen in lokalni, nizko do srednje izdaten. Hidrodinamsko mejo med prvim in drugim vodonosnikom predstavljajo slabše prepustne glinaste plasti, ki pa niso odložene zvezno in imajo tudi različen vpad. Zaradi tega je hidravlična povezava med obema vodonosnikoma možna, prostorsko pa ni podrobneje opredeljena.

Tretji, termalni kraški in razpoklinski, karbonatni vodonosnik v večjem deležu sestavlja mezozojski, triasni dolomiti. Je obširen in lokalni, nizko do visoko izdaten. Karbonatne plasti so večinoma le v posredni hidrodinamski povezavi z zgoraj ležečimi vodonosniki.« (<http://www.ars.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/1003.pdf>)

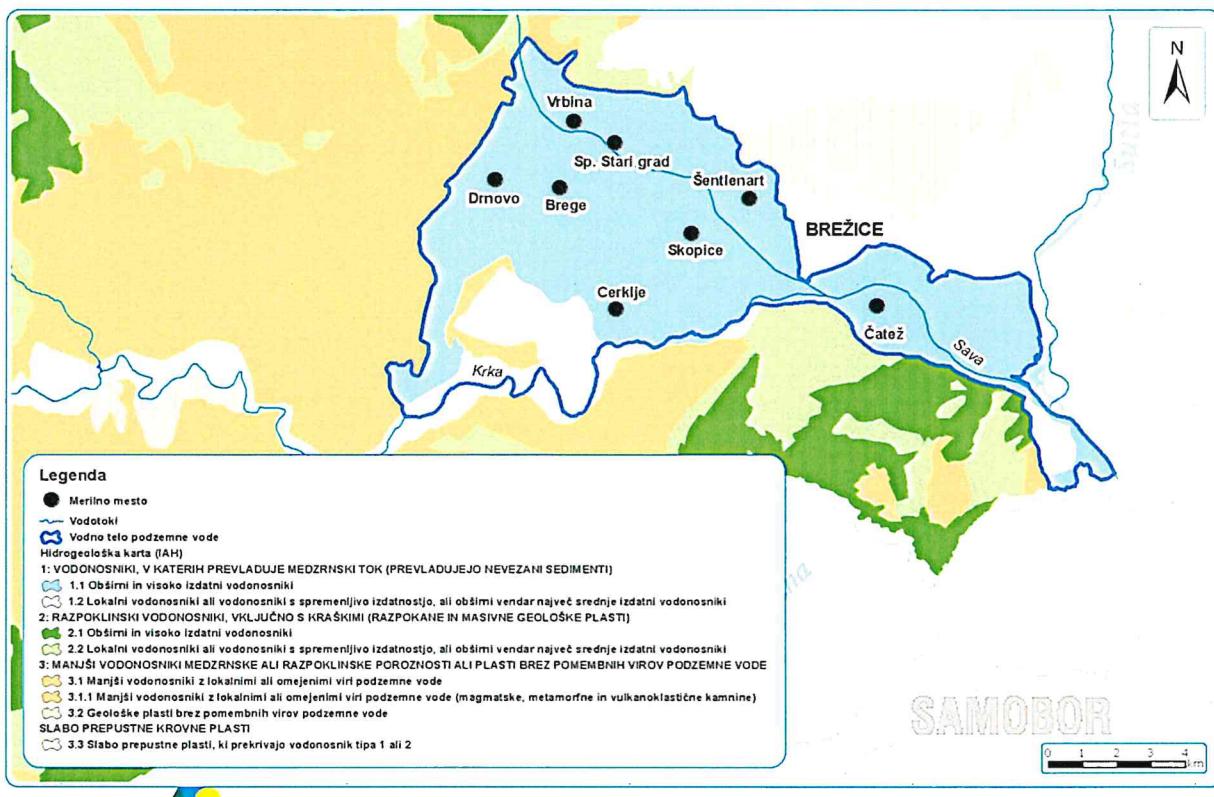
»Pitna voda se črpa iz vodonosnega sistema na Krškem polju na črpališčih Brege in Drnovo.« (<http://www.ars.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/1003.pdf>)

4.3.3 Vpliv človekovega delovanja in ranljivost vodnega telesa

Vodno telo je zelo občutljivo na dejavnosti človeka kot so npr. možni vplivi ionizirajočega sevanja iz NEK in gnojenja kmetijskih površin z umetnimi gnojili.

Slika 18: Hidrogeološke značilnosti in mreža merilnih mest na območju vodnega telesa Krška kotlina v letih 2007 in 2008

HIDROGEOLOŠKA KARTA - VTPodV Krška kotlina



Vir:<http://www.arsos.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/1003.pdf>

4.3.4 Kemijsko stanje vodnega telesa Krška kotlina

Vsebnosti nitratov in atrazina v Krški kotlini v letih 2007 in 2008 niso presegala standarda kakovosti. Na merilnih mestih Drnovo in Brege so bila odkrita preseganja standarda kakovosti vsebnosti desetil-atrazina. Vsebnosti ostalih pesticidov so bile nizke in niso presegale standardov kakovosti. Na merilnem mestu v Cerkljah ob Krki je vsebnost tetrakloroetena presegala vrednost praga v letu 2008.

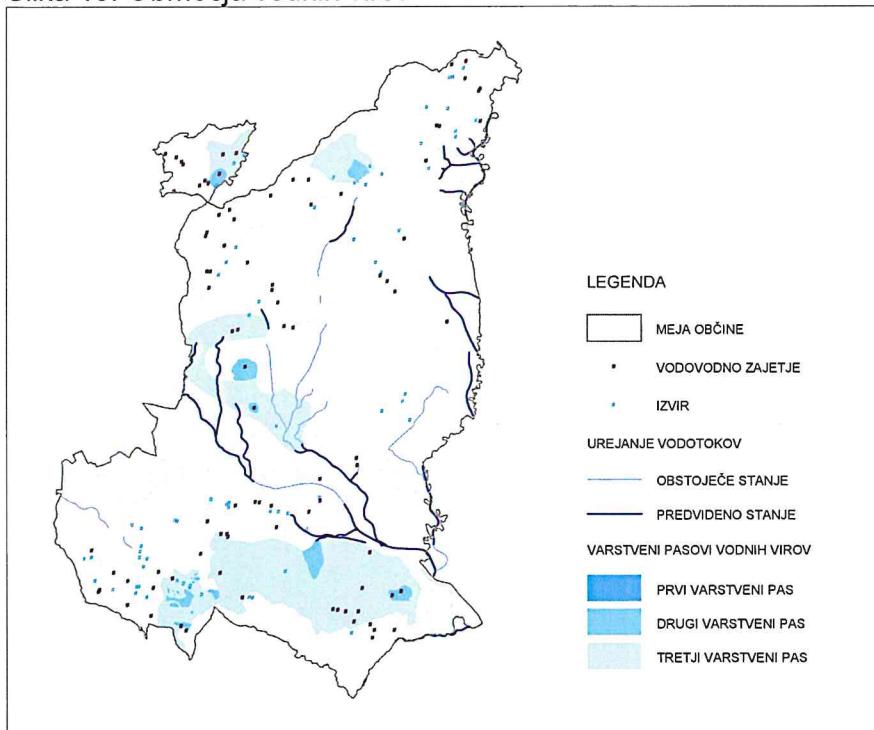
V letih 2007 je bilo kemijsko stanje dobro, v letu 2008 pa slabo, saj je bilo ocenjeno, da onesnaženje obsega več kot 30% vodnega telesa. Vpliva podzemne vode na kemijsko stanje površinskih voda ni bilo opaziti, saj nobeno vodno telo površinskih voda na območju Krške kotline ni v slabem kemijskem stanju. (povzeto po

<http://www.arsos.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/1003.pdf>

4.4 Oskrba s pitno vodo ter varovanje vodnih virov v občini Brežice

»V občini Brežice Javno podjetje Komunala Brežice d.o.o., kot izvajalec gospodarske javne službe, upravlja ter vzdržuje okoli 440 km vodovodnega omrežja s preko 50 različnimi objekti, kot so črpališča, prečrpališča in vodohrani.« (Komunala Brežice d.o.o. 2013, 8)

Slika 19: Območja vodnih virov



Vir: Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 29)

Tabela 2: Vodni viri v občini Brežice

VODNI VIR	VODOVODNI SISTEM	POTENCIAL DOLOČEN V VODNI PRAVICI	DINAMIKA IZDATNOSTI PREKO LETA
Piš-1/94	PIŠECE	630.720 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Pe-1/90	SROMILJE	43.5000 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Vt-1/84	BREŽICE	1.250.000 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Črpališče Brezina	BREŽICE	500 m ³	Rezervni vodni vir.
Mo-1/88	MOKRICE	28.350 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Mo-2/88	MOKRICE	106.650 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Pr-1/88	BREŽICE	630.720 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Pr-2/89	BREŽICE	473.040 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Novašček	STOJANSKI VRH	11.000 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.
Lešje	KRIŽE	5621 m ³	Vrtina skozi leto ne zagotavlja želene kapacitete vode, zato bo v izvedbi nova vrtina.
Stankovo	MRZLAVSKI GAJ	1533 m ³	Vrtina zagotavlja želeno kapaciteto vode skozi celo leto, tudi v sušnem obdobju.

Vir: Komunala Brežice d.o.o. 2013, 13)

V občini Brežice ni bistveno zaznavnih pomanjkanj pitne vode, saj sistemi zagotavljajo zadostne količine. V poletnem času je sicer povečana poraba pitne vode zaradi zalivanja in polnjenja kopalnih bazenov po gospodinjstvih. V konicah se občasno dogajajo kratkotrajne dnevne odpovedi, ki praviloma ne predstavljajo dolgotrajnih motenj v oskrbi s pitno vodo. V Brežicah obstaja možnost obratovanja z dodatnim, oziroma nadomestnim virom pitne vode iz vodnjaka Brezina in zato ni pričakovati težav pri zagotavljanju zadostnih količin pitne vode v

letu 2013. Ker ni zaznati dolgotrajnih motenj v oskrbi prebivalcev občine s pitno vodo, se ne načrtuje izvedba rezervnih virov.

V letu 2012 je Komunala Brežice d.o.o. prevzela vodovodni sistem Križe, kjer količina zajete vode v zajetju Lešje v večini leta ne zadošča več potrebam prebivalcev, vendar se za leto 2013 na tem območju načrtuje izdelava nove vrtine.

(Povz. po Komunala Brežice d.o.o. 2013, 11)

Javno Podjetje Komunala Brežice d.o.o. izvaja javno službo oskrbe s pitno vodo v skoraj celotni občini Brežice. Upravlja s sedmimi vodovodnimi sistemi in sicer (Povz. po Komunala Brežice d.o.o. 2013, 3-6):

1) vodovodni sistem Brežice je iz vodnih virov Vt-1/84, Pr-1/88 in Pr-2/89 v letu 2012 oskrbel 16.358 uporabnikov s 946.482 m^3 pitne vode na področju krajevnih skupnosti Artiče (Artiče – delno, Dečno selo, Arnowo selo – delno, Glogov Brod, Spodnja Pohanca, Trebež in Zgornji Obrež), Brežice (Brežice, Zakot, Trnje, Brezina, Črnc, Šentlenart, Bukošek, Gornji Lenart), Cerkle ob Krki (Boršt, Bušeča vas, Cerkle ob Krki, Črešnjice, Gazice, Hrastje, Račja vas, Vrhovska vas, Zasap, Župeča vas), Čatež ob Savi (Čatež ob Savi, Dobeno, Žejno, Cerina, Sobenja vas, Globočice, Prilipe, Dvorce), Dobova (Dobova, Sela, Gaberje, Mostec, Mali Obrež, Veliki Obrež, Rigonce, Loče, Mihalovec), Globoko (Globoko, Mali vrh, Piršenbreg, Bojsno, Brezje – delno), Kapele (Kapele, Podvinje, Vrhje, Jereslavec, Rakovec, Slogonsko, Župelevec – delno), Krška vas (Krška vas), Velike Malence (Velike Malence) in Skopice (Gorenje Skopice, Dolenje Skopice);

2) vodovodni sistem Mokrice je iz vodnih virov Mo-1/88 in Mo-2/88 v letu 2012 oskrbel 1.617 uporabnikov s 101.474 m^3 pitne vode na področju krajevnih skupnosti Jesenice na Dolenjskem (Jesenice na Dolenjskem, Nova vas pri Mokricah, Obrežje, Slovenska vas, Podgračeno) in Velika Dolina (Velika Dolina, Rajec, Perišče, Mala Dolina, Ponikve – delno, Gaj – delno, Cirnik, Koritno, Laze);

3) vodovodni sistem Sromlje je iz vodnega vira Pe-1/90 v letu 2012 oskrbel 440 uporabnikov z 28.005 m^3 pitne vode na področju krajevne skupnosti Sromlje (Sromlje, Zgornja Pohanca – delno, Silovec – delno, Volčje, Curnovec, Oklukova gora – delno);

4) vodovodni sistem Pišece je iz vodnega vira Piš-1/94 v letu 2012 oskrbel 1.033 uporabnikov z 51.769 m^3 pitne vode na področju krajevne skupnosti Pišece (Pišece – delno, Pavlova vas, Podgorje – delno, Dednja vas, Brezje pri Bojsnem – delno in Blatno);

5) vodovodni sistem Stojanski vrh je iz vodnega vira Novaščk v letu 2012 oskrbel 135 uporabnikov s 4.570 m^3 pitne vode na področju krajevne skupnosti Cerkle ob Krki (Stojanski vrh, Vinji vrh in Poštena vas);

6) vodovodni sistem Mrzlavski Gaj- Vitovc- Stankovo je iz vodnega vira Stankovo v letu 2012 oskrbel 132 uporabnikov pitne vode na področju krajevne skupnosti Mrzlava vas (Stankovo, Mrzlavski Gaj in Vitovc);

7) vodovodni sistem Križe je iz vodnega vira Lešje v letu 2012 oskrbel 9 uporabnikov pitne vode na področju krajevne skupnosti Križe (Križe).

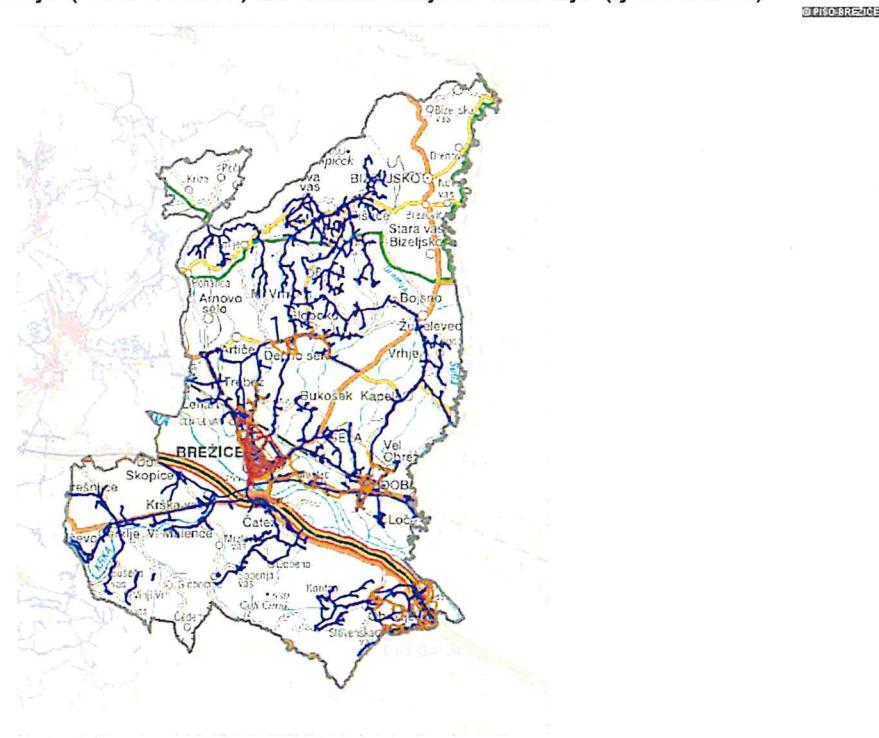
Slednja dva vodovodna sistema so prevzeli v upravljanje v letu 2012.

Ostali občani se oskrbujejo z vaškimi vodovodi, s katerimi upravljajo krajevne skupnosti. Ti vodovodi so:

- 1) vodovodni sistem Artiče,
- 2) vodovodni sistem Arnowo selo,
- 3) vodovodni sistem Bizeljsko,
- 4) vodovodni sistem Duplo,
- 5) vodovodni sistem Gradišče-Župjek,
- 6) vodovodni sistem Grajski (Bizeljska vas – Kašte),
- 7) vodovodni sistem Orešje (Bohor – Ledine),
- 8) vodovodni sistem Mrzlava vas,
- 9) vodovodni sistem Kraška vas,
- 10) vodovodni sistem Čedem – Kamence,

- 11) vodovodni sistem Pečice-Studenec,
- 12) vodovodni sistem Pišece-center
- 13) vodovodni sistem Oklukova gora
- 14) vodovodni sistem Zg. Pohanca,
- 15) vodovodni sistem Silovec,
- 16) vodovodni sistem Volčje Sušica,
- 17) vodovodni sistem Velika Dolina,
- 18) vodovodni sistem Ponikve II,
- 19) vodovodni sistem Brezje,
- 20) vodovodni sistem Gaj – Ribnica,
- 21) vodovodni sistem Šapole.

Slika 20: Vodovodno omrežje (modre barve) ter kanalizacijsko omrežje (rjave barve)



Vir: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE

5 GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI

5.1 Matična podlaga v štajerskem delu občine

V severnem delu štajerskega dela občine, kjer je glavnina strnjениh gozdov, prevladuje dolomit iz triasa, vendar se mestoma meša tudi z drugimi kameninami. Pojavljata se lapor in apnenec z rožencem iz obdobja krede. Voda s primešanimi kislinami topi apnenec in ga izpira, ostaja pa netopen roženec – biogeni kremen, kar daje tlom kislo reakcijo. V obdobju miocena je nastal v Panonskem morju litotamnijski apnenec, peščen lapor in lapornat apnenec. Je slabo vezan, skalovitosti ni. V manjši meri pa se mešajo še kremenovi peščenjaki, skrilavi sivi glinovci iz obdobja perm – karbona in diabaz iz obdobja triasa.

Osrednji del je pretežno iz pliocenskih nekarbonatnih (kremenastih) peskov in prodov, ter iz miocenskih glinastih in peščenih laporjev z manjšimi vložki peska in peščenjaka.

Južni predel je iz aluvialnih nanosov (Obsotelje) iz obdobja kvartarja in pliocenskih nanosov gline, peska in proda. Brežiško polje je iz kvarternih nanosov Save, ki so iz treh različno starih teras proda (80% karbonatnih in 20% nekarbonatnih prodnikov). (povzeto po Šimic 2004, 15)

5.2 Tla v štajerskem delu občine

Pod vplivom tlotvornih dejavnikov in matične kamenine se razvijajo različni tipi tal.

V severnem delu štajerskega dela občine prevladujejo rjava pokarbonatna tla, ki so nastala na apnencu in dolomitu. Dolomit je lahko prekrit tudi z debelo plastjo jerine. Skalovitost navadno ni opazna, razen na strmih pobočjih, kjer erozija sproti odnaša preperino. Podobna preperina nastane tudi na litotamnijskem apnencu, ki je slabo vezan in hitro razpada. Na omenjenih tleh prevladuje predgorski bukov gozd. Kjer je teren strm je nastala rendzina na kateri se pojavlja združba temofilnega gozda bukve in gabrova.

Na apnencu z rožencem, laporju in peščenjakih, ki se mešajo v pretežno dolomitni podlagi severa štajerskega dela občine, nastanejo srednje globoka distrična tla. Prevladuje združba gozd gradna in bukve z belkasto bekico.

V osrednjem delu štajerskega dela občine prevladujejo srednje globoka distrična tla, ki so se razvila na nekarbonatnih peskih, prodih in peščenih laporjih. Večina je obdelovalnih površin (vinogradi, sadovnjaki, travniki ...) le najstrmejše in osojne lege porašča združba gozda gradna in bukve z belkasto bekico.

Na savskih terasah brežiškega polja so tla plitvejša in zaradi strukture prodnikov bazična. starejše terase imajo debelejšo preperino, zato je reakcija bolj kisla, saj so karbonatni prodniki stopljeni in izprani v globlje plasti. Pojavljajo se tudi globoka aluvialna tla na nanosih rek, ki so mestoma oglejena. Na teh tleh so pretežno kmetijske površine, razen na najbolj vlažnih predelih. Površine zarašča združba nižinskega gozda doba in belega gabra. (povzeto po Šimic 2004, 16)

5.3 Matična podlaga v dolenskem oziroma kranjskem delu občine

V južnem delu dolenskega oziroma kranjskega dela občine, kjer je glavnina gozdov prevladuje dolomit iz triasa, ki je za vodo nepropusten zato voda odteče površinsko in razen izjemoma ni opaziti vrtač in ostalih kraških pojavov. Sledijo mu še litotamnijski apnenec iz neogena, ki je nastal v Panonskem morju in je slabo vezan zato tudi v tem primeru skalovitost ni močno izražena. Apnenec z rožencem iz krede in jure razpada tako, da voda s primešanimi kislinami topi apnenec in ga izpira, ostaja pa netopen roženec, ki je biogeni kremen, kar daje tlem kislo reakcijo. Tu se iz istega obdobja mešajo še laporji in peščenjaki. Glavnina Krškega polja pa je iz kvarternih nanosov Save, ki so iz treh različno starih teras proda (80% karbonatnih in 20% nekarbonatnih prodnikov). Cerkljanski breg pa je iz pliokvartarnega nanosa nekarbonatnega proda. (povzeto po Drvenkar 2010, 14)

5.4 Tla v dolenskem oziroma kranjskem delu občine

Pod vplivom tlotvornih dejavnikov in matične kamenine so se razvili različni tipi tal.

Prevladujejo rjava pokarbonatna tla, ki so nastala na apnencu in dolomitu. Dolomit je lahko prekrit tudi z nekaj metrov debelo plastjo jerine. Skalovitost navadno ni opazna, razen na strmih pobočjih, kjer erozija sproti odnaša preperino. Podobna preperina nastane tudi na litotamnijskem apnencu, ki je slabo vezan in hitro razpada. Kjer je teren zelo strm nastane rendzina na kateri se pojavlja združba bukovja s črnim gabrom.

Na apnencu z rožencem, laporju in peščenjakih nastanejo distrična tla na katerih prevladuje združba gozda gradna in bukve z belkasto bekico in deloma še nižinski gozd gradna in belega gabra z belkasto bekico. Na pliokvartarnem nanosu nekarbonatnega proda tudi nastanejo distrična tla na katerih prevladuje združba nižinskega gozda doba in belega gabra. Na savskih terasah krškega polja so mlada tla. Mlajša tla so plitvejša in zaradi strukture prodnikov je reakcija tal bazična. Starejše terase imajo debelejšo preperino zato je reakcija bolj kisla, saj so karbonatni prodniki stopljeni in izprani v globlje plasti. Na teh tleh so pretežno kmetijske površine. (povzeto po Drvenkar 2010, 15)

6 VEGETACIJSKE ZNAČILNOSTI

Zaradi lažje obdelave podatkov, ki smo jih črpali iz gozdnogospodarskih načrtov Zavoda za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice za Gozdnogospodarsko enoto Mokrice in Gozdnogospodarsko enoto Pišece, ki v naravi obsegata tudi zgodovinsko razdelitev občine na štajerski in dolenjski (kranjski) del, smo v opisih vegetacijske značilnosti občino tudi tako razdelili.

6.1 Vegetacijske značilnosti štajerskega dela občine

6.1.1 Nižinski gozd doba in belega gabra

»Gozdna združba se pojavlja na nižjih legah od 138 m do 170 m nadmorske višine. Omejena je na nekarbonatne nanose Save in Sotle, na katerih se razvijajo težka ilovnato – glinasta mestoma tudi pseudoglejna ali rjava. Združba je najpogosteje zastopana v gozdnem kompleksu Dobrava. Praviloma zgornji sloj sestoja tvori dob, beli gaber in posamično lipa, češnja in jelša, spodnji sloj pa beli gaber in maklen.« (Šimic 2004, 17)

6.1.2 Nižinski gozd gradna in belega gabra z belkasto bekico

»Gozdna združba se pojavlja na nadmorski višini med 170 m in 270 m, kjer prevladuje gričevnat svet. Porašča pretežno kisla rjava tla na laporju in peščenjakih. Človek ima velik vpliv pri tvorbi tal, saj jih je siromašil s steljarjenjem in pašo. Najpomembnejši drevesni vrsti sta graden in beli gaber, primešani so še kostanj, maklen, češnja in bukev. Bogat grmovni in zeliščni sloj združbe tvorijo leska, črn trn, navadna krhlika, lipica in borovnica.« (Šimic 2004, 17)

6.1.3 Predgorski bukov gozd

»Združba se pojavlja na nadmorski višini med 180 m in 630 m na srednje strmih do strmih pobočjih in širokih grebenih. Tla, ki jih porašča združba, so srednje globoka ali plitva pokarbonatna rjava tla na dolomitu ali apnencu. So sveža in biološko zelo aktivna. Sestoj tvorita bukev in graden, ob steljarjenju in večjih presvetlitvah se močno poveča delež belega gabra, cera, trepetlike in breze. Grmovni sloj tvori beli gaber, v zeliščnem sta najpogosteji tevje in lipica.« (Šimic 2004, 17)

6.1.4 Termofilni gozd bukve in gabrovca

»Združba je na strmih pobočjih in grebenih na južni legi na plitvih do srednje globokih rendzinah. Sestoj tvorijo bukev, graden, črni gaber, mokovec in mali jesen z bradavičasto trdolesko, kozjo češnjo in drugimi v grmovnem in zeliščnem sloju. Sestoji imajo varovalno vlogo.« (Šimic 2004, 18)

6.1.5 Gozd gradna in bukve z belkasto bekico

Združba se pojavlja med 170 m in 460 m nadmorske višine na položnih pobočjih in vrhovih. Matična podlaga je lapor, peščenjak ali apnenec z rožencem, na katerih nastajajo globoka do srednje globoka distrična tla, ki so zmerno kisle reakcije in biološko srednje aktivna. Sestoj praviloma tvorita bukev in graden. S steljarjenjem se osiromašenost tal veča, zaradi česar se spreminja tudi drevesna sestava. Veča se delež gradna, maklena in belega gabra. V zeliščnem sloju se začne pojavljati orlova praprot in borovnica. Posebnost štajerskega dela občine je, da ta rastišča v veliki meri poraščajo panjevci kostanja kateremu so posamezno primešane bukev, hrast, javor, beli gaber, črna jelša in češnja. (povzeto po Šimic 2004, 18)

6.1.6 Gorski bukov gozd z mnogolistno mlajo

»Združba se pojavlja na nadmorski višini med 400 m in 697 m na srednje strmih do strmih pobočjih. Tla, ki jih porašča združba so srednje globoka izjemoma tudi globoka ali plitva pokarbonatna rjava tla na dolomitu ali apnenu. So sveža in biološko zelo aktivna. Sestoj tvorita bukev, gorski javor in gorski brest. Grmovni sloj tvorita črni bezeg in trdoleska. V zeliščnem sloju so najpogosteji mnogolistna, deveterolistna in brstična mlaja, velikocvetna mrtva kopriva, rumena mrtva kopriva in dišeča perla.« (Šimic 2004, 18)

6.2 Vegetacijske značilnosti dolenjskega (kranjskega) dela občine

Tabela 1: Površina in delež gozdnih združb v dolenjskem oziroma kranjskem delu občine po skupinah rastišč

Skupina rastišč/Gozdna združba	Površina ha	%
Rastišča gabrovij in dobrav	675,75	17,7
Nižinski gozd doba in belega gabra	361,94	9,5
Gradnovo belo gabrovje	178,97	4,7
Belo gabrovje z borovnico	134,84	3,5
Rastišča bukovij na nekarbonatnih kamninah	397,58	10,4
Gozd gradna in bukve z belkasto bekico	397,58	10,4
Gričevnata in podgorska rastišča bukovij na karbonatnih kamninah	2.533,14	66,2
Bukov gozd s tevjem	2.100,48	54,9
Bukovje z bršljanom	432,66	11,3
Termofilna rastišča bukovij in bukovja na rendzinah	220,86	5,8
Bukovje s črnim gabrom	220,86	5,8
Skupaj:	3.827,33	100

Vir: povzeto po Drvenkar et al. 2010, 17

6.2.1 Nižinski gozd doba in belega gabra (361,94 ha)

»Gozdna združba se pojavlja na nižjih legah od 130 m do 190 m nadmorske višine. Združba je omejena na nekarbonatne nanose Krke, na katerih se razvijajo težka ilovnato-glinasta mestoma tudi pseudoglejna tla in na prodnate nanose Save, kjer se razvijejo rjava tla z bližino podtalnice. Najpogosteje združbo najdemo na ravnicah ob reki Krki, Savi in ob njunih pritokih. Praviloma zgornji sloj sestaja tvori dob, beli gaber in posamično lipa, češnja in črna jelša, spodnji sloj pa beli gaber in maklen.« (Drvenkar et al. 2010, 17)

6.2.2 Gozd gradna in bukve z belkasto bekico (397,58 ha)

Združba se pojavlja med 170 m in 460 m nadmorske višine na položnih pobočjih in vrhovih. Porašča matično podlago apnenca z rožencem na kateri nastajajo globoka do srednje globoka distrična tla, ki so zmersno kisle reakcije in biološko srednje aktivna. Sestoj praviloma tvorita bukev in graden. S steljarjenjem se osiromašenost tal veča, zaradi česar se spreminja tudi drevesna sestava v korist deleža gradna in breze. V zeliščnem sloju se začne pojavljati orlova praprot in borovnica. Posebnost dolenskega oziroma kranjskega dela občine je, da rastišča v veliki meri poraščajo panjevci kostanja kateremu so posamezno primešane bukev, hrast, javor, beli gaber, črna jelša in češnja. (povzeto po Drvenkar et al. 2010, 17)

6.2.3 Bukov gozd s tevjem (2.100,48 ha)

To je na sploh najpogostejša združba dolenskega oziroma kranjskega dela občine. Pojavlja se na nadmorski višini med 180 m in 630 m na srednje strmih do strmih pobočjih in širokih hrbtih. Tla, ki jih porašča združba so srednje globoka izjemoma tudi globoka ali plitva pokarbonatna rjava tla na dolomit ali apnencu. So sveža in biološko zelo aktivna. Sestoj tvorita bukev in graden, ob steljarjenju in večjih presvetlitvah pa se močno poveča konkurenčna moč belega gabra, cera, trepetlike in breze. Grmovni sloj tvori beli gaber, v zeliščnem pa sta najpogostejši tevje in lipica. (povzeto po Drvenkar et al. 2010, 17)

6.2.4 Bukovje z bršljanom (432,66 ha)

Združba, ki se v dolenskem oziroma kranjskem delu občine pojavlja v kolinskem pasu na položenih pobočjih. Matična podlaga so apnenci. Na njih so nastala globoka do srednje globoka izprana pokarbonatna tla. Sestoj praviloma tvorita bukev in graden. Grmovni sloj tvorita volčin, gozdni šipek, navadna kalina, glog in dobrovita. V zeliščnem sloju se pojavijo velevetni šetraj, dolgolistna naglavka, dlakavi šaš in spomladanska torilnica. (povzeto po Drvenkar et al. 2010, 17)

6.2.5 Bukovje s črnim gabrom (220,86 ha)

Združba je pogojena s strmimi pobočji in grebeni na izrazito topnih legah in karbonatni matični podlagi, kjer nastajajo plitve do srednje globoke rendzine, ki so občutljive na erozijo. Sestoj tvorijo bukev, graden, črni gaber, mokovec in mali jesen z bradavičasto trdolesko, kozjo češnjo in drugimi v grmovnem in zeliščnem sloju. Sestoji imajo varovalno vlogo. (povzeto po Drvenkar et al. 2010, 18)

7 SEIZMOLOŠKE ZNAČILNOSTI

7.1 Potresna nevarnost Slovenije

»Ozemlje Slovenije je v geološkem in tektonskem smislu zelo zapleteno, saj leži v tistem delu južne Evrope, kjer se na relativno majhnem prostoru stikajo tri geotektonске strukture. Prav geologija je kriva za naravno pestrost Slovenije ter tako tudi razlog za nastajanje potresov. Na majhnem slovenskem prostoru se stikajo tri regionalne geotektonске enote (Ocena potresne ogroženosti Republike Slovenije – verzija 1.0, 2006, 5):

- na severu in zahodu Alpe,
- na južnem, jugozahodnem in osrednjem delu Dinaridi in
- na severovzhodu Panonski bazen.«

»Na posameznih seizmogenih območjih so možni rušilni potresi. Od slovenskih mest so potresno najbolj ogrožena Idrija, Ljubljana, Krško, Brežice, Tolmin, Bovec, Ilirska Bistrica in Litija.« (Ocena potresne ogroženosti Republike Slovenije – verzija 1.0, 2006, 12)

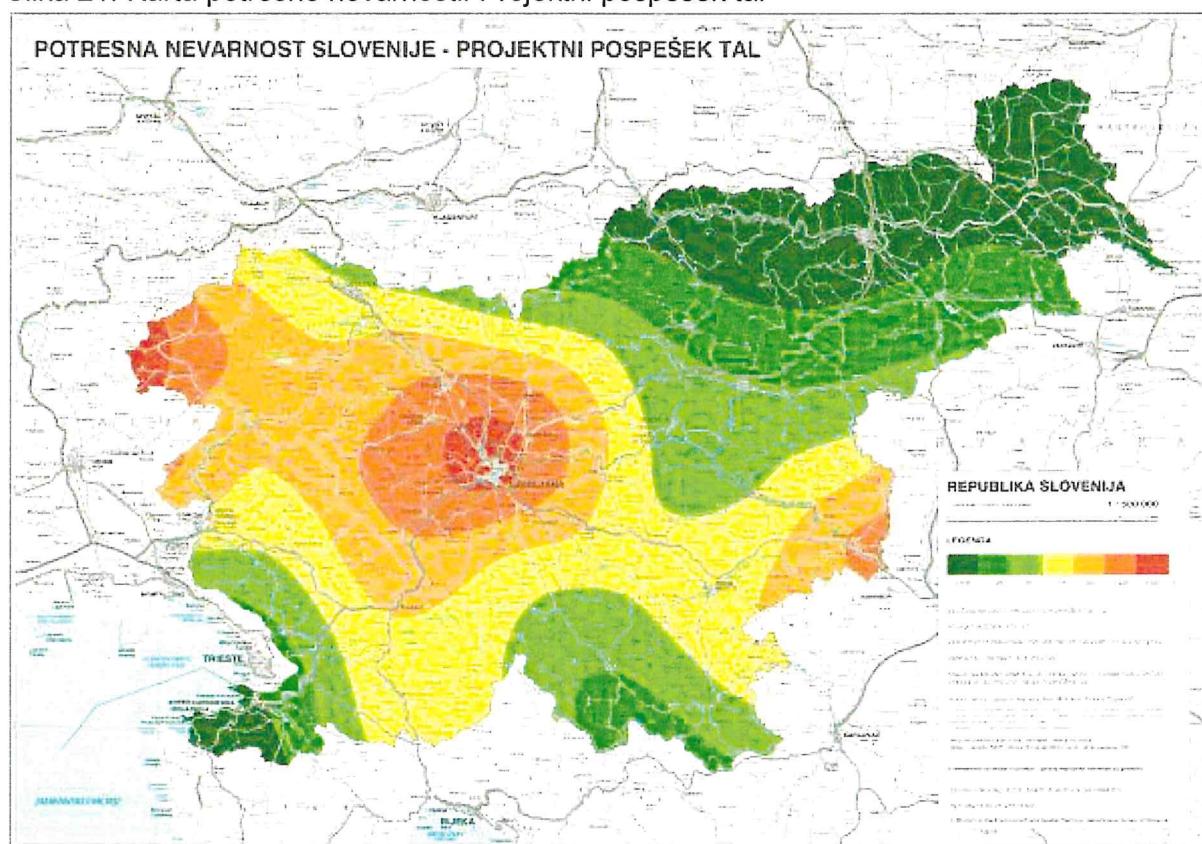
»Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Čeprav potresi pri nas ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, so lahko njihovi učinki dokaj hudi zaradi razmeroma plitvih žarišč.

Pas večje potresne nevarnosti poteka po osrednjem delu Slovenije od severozahoda proti jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu proti severovzhodu in jugozahodu se potresna nevarnost vidno zmanjšuje. Izstopajo tri območja z največjo potresno nevarnostjo: Območje zahodne Slovenije. Tu so se tla v preteklosti najmočneje tresla. Leta 1511 je na tem območju nastal doslej največji potres z žariščem na slovenskih tleh, potres leta 1998 v zgornjem Posočju pa je bil eden od dveh največjih potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. Sicer pa so velike vrednosti projektnega pospeška tal na tem območju predvsem posledica velikih in pogostih potresov v bližnji Furlaniji, kjer so bili zadnji veliki potresi leta 1976.« (http://www.arso.gov.si/potresi/podatki/tolmac_pospeska_tal.html)

»Območje Ljubljane in okolice. Šibkejši potresi so tu razmeroma pogosti, pa tudi nekoliko močnejši potresi niso redkost. Največji znani potres na tem območju je bil veliki ljubljanski potres leta 1895. K večji potresni nevarnosti na tem območju (posebej na njegovem zahodnem delu) prispeva tudi potres na Idrijskem leta 1511.« (http://www.arso.gov.si/potresi/podatki/tolmac_pospeska_tal.html)

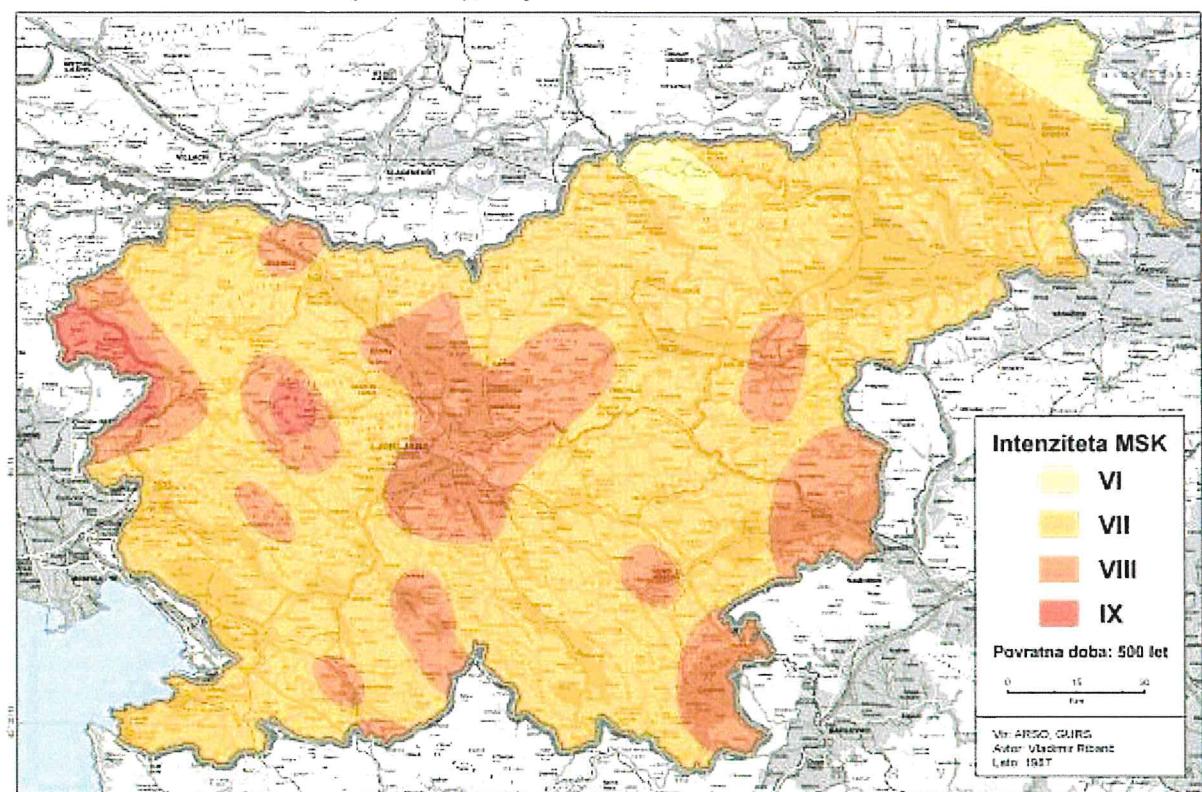
»Območje Brežic. K dokaj veliki vrednosti projektnega pospeška tal prispevajo tu številni razmeroma šibki in redki močnejši potresi. Najmočnejši znani potres je bil tu leta 1917, ki je bil eden od dveh največjih potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. K potresni nevarnosti tega območja prispevajo tudi potresi na hrvaški strani meje in močnejši potresi severno od Zagreba.« (http://www.arso.gov.si/potresi/podatki/tolmac_pospeska_tal.html)

Slika 21: Karta potresne nevarnosti: Projektni pospešek tal



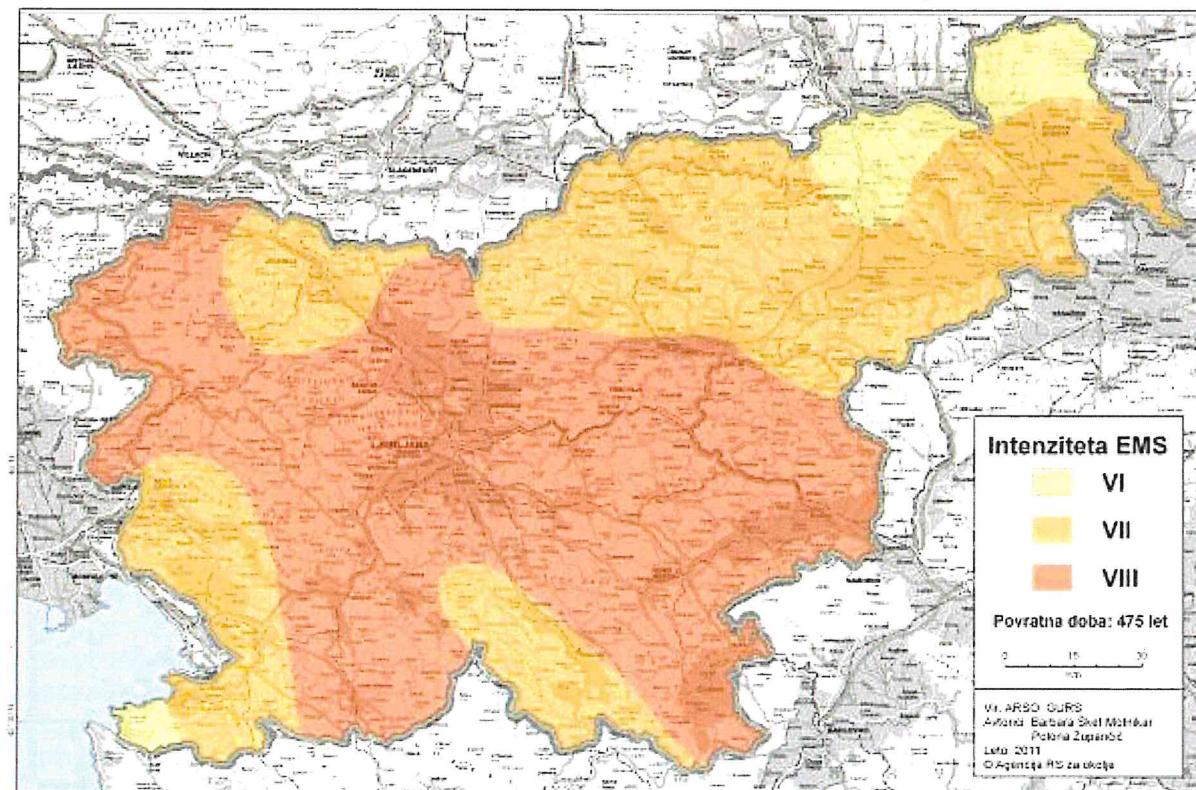
Vir: http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/projektni_pospesek_tal.html

Slika 22: Karta intenzitete (MSK-64), veljavna 1987 - 2007



Vir: <http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/intenziteteMKS64.html>

Slika 23: Intenziteta (EMS-98) za uporabo v sistemu zaščite in reševanja



Vir: http://www.arsogov.si/potresi/potresna%20nevarnost/intenzitete_potresov.html

Kakor kažejo slike 21, 22 in 23 je področje Brežic eno izmed potresno najbolj ogroženih področij v Sloveniji.

7.2 Potresna nevarnost v občini Brežice

Posavje ogrožata dva seismogena področja in sicer dolensko-notranjsko-belokranjsko področje ter karavanško-kozjansko področje, ki ju ločuje savski prelom.

Dolenjsko-notranjsko-belokranjsko področje gradijo trije seismogeni sistemi, med katerimi je za Posavje pomemben dolenski seismogeni sistem, ki se deli na seismogeno cono Litija-Sevnica ter krško seismogeno cono.

Karavanško-kozjansko seismogeno področje gradita dva seismogena sistema in sicer karavanško-savinjski ter celjsko-kozjanski sistem, ki je pomemben za področje Posavja.
(povzeto po Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 78)

Brežiško področje je eno izmed najbolj potresno dejavnih področij v Sloveniji. Moč potresov v Posavju lahko doseže VII. stopnjo in več po EMS lestvici. Takšna moč potresa povzroča rušenje objektov, predvsem starejših, grajenih pred letom 1963, pred sprejemom predpisov o potresno varni gradnji.

(povzeto po Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 77)

Tabela 3: Potresi kronološko v Brežicah in neposredni bližini, ki so presegli intenziteto VI EMS

Območje	Datum potresa	Globina žarišča	Magnituda	EMS
Brestanica-Krško	17.06.1628	7	5,0	VIII
Brestanica-Krško	27.11.1632	8	4,7	VII
Brestanica	29.06.1695	8	4,3	VI-VII
Brestanica	02.08.1830	10	4,7	VII
Brežice	16.01.1853	5	4,4	VII
Brežice	08.05.1860	3	3,4	VI-VII
Brestanica-Krško	14.11.1905	1	2,6	VI-VII
Brežice	29.01.1917	13	5,7	VIII
Brežice	03.12.1924	13	5,0	VI-VII
Brežice	25.08.1928	5	4,8	VII
Krško	01.10.1953	3	4,4	VI-VII
Kozjansko	20.06.1974	15	4,8	VII

(povzeto po
www.arso.gov.si/potresi/potresna%20aktivnost/Mo%c4%8dnipotresi_v_preteklosti.pdf)

7.3 Potres leta 1917 v Brežicah

»Med močnejšimi v 20. Stoletju je bil potres 29. Januarja 1917 ob 8. uri in 22 minut po svetovnem času v Brežicah. Globina žarišča je bila 13 km. Magnituda potresa je bila 5,7, dosegel pa je največje učinke VIII. stopnje po EMS.

Potresni sunek je najbolj prizadel območje Krško-Brežiškega polja in Gorjancev. Najbolj so bile poškodovane zgradbe v Brežicah, Krški vasi, Globokem in Stojdragi. Potres so čutili prebivalci celotne današnje Slovenije, njegov vpliv pa je segal tudi v Avstrijo, Italijo in na Hrvaško.« (http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20aktivnost/Mo%c4%8dnipotresi_v_preteklosti.pdf)

8 EKOLOŠKE IN DRUGE ZNAČILNOSTI

»Ekološko pomembno območje je območje habitatnega tipa, dela habitatnega tipa ali večje ekosistemskih enot, ki pomembno prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti.

- območja habitatnih tipov, ki so biotsko izjemno raznovrstni ali dobro ohranjeni, kjer so habitatni ogroženih ali endemičnih rastlinskih ali živalskih vrst in habitatni vrst, ki so mednarodno pomembni po merilih ratificiranih mednarodnih pogodb ali ki drugače prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti,

- območja habitatnega tipa ali večje ekosistemskih enot, ki pomembno prispevajo k ohranjanju naravnega ravnoesa s tem, da so glede na druga ekološko pomembna območja uravnoteženo biogeografsko razporejena in sestavljajo ekološko omrežje,

- selitvene poti živali in

- območja, ki bistveno prispevajo h genski povezanosti populacij rastlinskih ali živalskih vrst. Vlada določi ekološko pomembna območja in zagotavlja njihovo varstvo z ukrepi varstva naravnih vrednot na podlagi zakona.

Pravila ravnanja, varstveni režimi ali razvojne usmeritve, določeni v aktih, izdanih na podlagi prejšnjega odstavka, so obvezno izhodišče za urejanje prostora in rabe naravnih dobrin.

V občini Brežice so kot ekološko pomembna območja zavarovana 4 območja.« (Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 44)

Tabela 4: Ekološko pomembna območja v občini Brežice

IME EPO
Dobrava - Jovsi - Sotla
Sava
Krka
Gorjanci

Vir: Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 44)

Zavarovana območja

»Zavarovana območja so ožja zavarovana območja in širša zavarovana območja. Ožja zavarovana območja so: naravni spomenik, strogi naravni rezervat in naravni rezervat. Širša zavarovana območja so: narodni, regijski in krajinski park.

Zavarovana območja in vplivna območja so sestavni del prostorskih državnih planov in prostorskih planov lokalnih skupnosti.

Ožje zavarovana območja v občini Brežice so Jovsi, Pišece in Mokrice, širše zavarovano območje pa je regijski park Kozjansko.« (Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 45)

Tabela 5: Zavarovana območja v občini Brežice

IME OBMOČJA	ZAVAROVANEGA
Mokrice - grajski park	spomenik oblikovane narave
Jovsi	naravni spomenik
RP Kozjanski park	regijski park
Pišece	

Vir: Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 45)

Natura 2000

»Območja Natura 2000 so posebna varstvena območja. Gre za ekološko pomembna območja, ki so na ozemlju EU pomembna za ohranitev ali doseganje ugodnega stanja ptic in drugih živalskih ter rastlinskih vrst, njihovih habitatov in habitatnih tipov.

Posebna varstvena območja so torej namenjena ohranjanju živalskih in rastlinskih vrst ter habitatov, ki so redki ali na evropski ravni ogroženi zaradi dejavnosti človeka. To najpogosteje pomeni, da je na teh območjih treba vzdrževati ugodno stanje z različnimi ukrepi, bodisi zgolj nadaljevati z obstoječimi dejavnostmi, na primer s pašo ali košnjo suhih in vlažnih travnikov po cvetenju in gnezdenju, bodisi nekatere dejavnosti opuščati ali njihovo uvajanje preprečiti, npr. agromelioracije mokrišč.« (Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 45)

Tabela 6: Območja Natura 2000 v občini Brežice

OBMOČJE	SKUPINA	VZROK ZA ZAVAROVANJE
Orlica	pSCI	Rastlinske in živalske vrste: vidra (<i>Lutra lutra</i>) mali podkovnjak (<i>Rhinolophus hipposideros</i>) navadni koščak (<i>Austropotamobius torrentium</i> *) bukov kozliček (<i>Morimus funereus</i>) alpski kozliček (<i>Rosalia alpina</i> *) rogač (<i>Lucanus cervus</i>) Habitatni tipi: (91K0) Ilirski bukovi gozdovi (<i>Fagus sylvatica</i> (<i>Artemonio-Fagion</i>)) (9110) Bukovi gozdovi (<i>Luzulo-Fagetum</i>) (8210) Karbonatna skalnata pobočja z vegetacijo skalnih razpok (6210(*)) Polnaravna suha travnišča in grmiščne faze na karbonatnih tleh (<i>Festuco-Brometalia</i>) (* pomembna rastišča kukavičevk)
Dobrava Jovsi	-	Rastlinske in živalske vrste: veliki studenčar (<i>Cordulegaster heros</i>) vidra (<i>Lutra lutra</i>) hribski urh (<i>Bombina variegata</i>) nižinski urh (<i>Bombina bombina</i>) hrastov kozliček (<i>Cerambyx cerdo</i>) rogač (<i>Lucanus cervus</i>) močvirski cekinček (<i>Lycaena dispar</i>) navadni škržek (<i>Unio crassus</i>) Habitatni tipi: (91L0) Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi (<i>Erythronio-Carpinion</i>) (91K0) Ilirski bukovi gozdovi (<i>Fagus sylvatica</i> (<i>Artemonio-Fagion</i>)) (9110) Bukovi gozdovi (<i>Luzulo-Fagetum</i>)
Kozjansko Dobrava Jovsi	-	belovratni muhar (<i>Ficedula albicollis</i>) bičja trstnica (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>) črna štorklja (<i>Ciconia nigra</i>) kobiličar (<i>Locustella naevia</i>) kosec (<i>Crex crex</i>) pivka (<i>Picus canus</i>) pogorelček (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>) prepelica (<i>Coturnix coturnix</i>) rjav srakoper (<i>Lanius collurio</i>) srednji detel (<i>Dendrocopos medius</i>) vijeglavka (<i>Jynx torquilla</i>)
Vrbina	pSCI	velika nežica (<i>Cobitis elongata</i>) upiravec (<i>Zingel streber</i>) bolen (<i>Aspius aspius</i>) zvezdogled (<i>Gobio uranoscopus</i>) Habitatni tipi: (6510) Nižinski ekstenzivno gojeni travniki (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>) (6210(*)) Polnaravna suha travnišča in grmiščne faze na karbonatnih tleh (<i>Festuco-Brometalia</i>) (* pomembna rastišča kukavičevk)

Vir: Izhodišča za pripravo strategije prostorskega razvoja in prostorskega reda občine Brežice 2005, 45)

9 PROSTORSKE ZNAČILNOSTI

9.1 Lokacija pomembnih objektov za zaščito in reševanje

Pomembni objekti za zaščito in reševanje področju občine Brežice so:

- 1) Letališče Cerkle ob Krki, 8263 Cerkle ob Krki;
- 2) Splošna bolnišnica Brežice, Černelčeva cesta 15, 8250 Brežice;
- 3) Zdravstveni dom Brežice, Černelčeva cesta 8, 8250 Brežice;
- 4) Lekarna Brežice, Černelčeva cesta 8, 8250 Brežice;
- 5) Gasilski dom PGD Brežice, Cesta svobode 17, 8250 Brežice;
- 6) Gasilski dom PGD Brežice oklica, Cesta bratov Milavcev 105, 8250 Brežice;
- 7) Gasilski dom PGD Bukošek, Bukošek 28/a, 8250 Brežice;
- 8) Gasilski dom PGD Kapele, Kapele 13, 8258 Kapele;
- 9) Gasilski dom PGD Rakovec, Rakovec 15, 8258 Kapele;
- 10) Gasilski dom PGD Župelevec, Župelevec 53/a, 8258 Kapele;
- 11) Gasilski dom PGD Veliki Obrež, Veliki Obrež 13, 8257 Dobova;
- 12) Gasilski dom PGD Mali Obrež, Mali Obrež 18/a, 8257 Dobova;
- 13) Gasilski dom PGD Gabrje, Gabrje pri Dobovi 20, 8257 Dobova;
- 14) Gasilski dom PGD Sela, Sela pri Dobovi 46/b, 8257 Dobova;
- 15) Gasilski dom PGD Globoko, Globoko 5, 8254 Globoko;
- 16) Gasilski dom PGD Spodnja Pohanca, Arnovo selo 25/a, 8253 Artiče;
- 17) Gasilski dom PGD Dečno selo, Dečno selo 39, 8253 Artiče;
- 18) Gasilski dom PGD Pišece, Pišece 28, 8255 Pišece;
- 19) Gasilski dom PGD Sromlje, Sromlje 10, 8256 Sromlje;
- 20) Gasilski dom PGD Križe, Križe 23, 8282 Koprivnica pri Brestanici;
- 21) Gasilski dom PGD Obrežje, Obrežje 32, 8261 Jesenice na Dolenjskem;
- 22) Gasilski dom PGD Velika Dolina, Velika Dolina 34, 8261 Jesenice na Dolenjskem;
- 23) Gasilski dom PGD Skopice, Gorenje Skopice 1, 8262 Krška vas;
- 24) Gasilski dom PGD Cerkle ob Krki, Cerkle ob Krki 56, 8263 Cerkle ob Krki;
- 25) Gasilski dom PGD Krška vas, Krška vas 100, 8262 Krška vas;
- 26) Gasilski dom PGD Pirošica, Dolenja Pirošica 4, 8263 Cerkle ob Krki;
- 27) Gasilski dom PGD Bizeljsko, Bizeljska cesta 50, 8259 Bizeljsko;
- 28) Gasilski dom PGD Orešje, Orešje 59, 8259 Bizeljsko;
- 29) Gasilski dom PGD Stara vas, Stara vas 68/a, 8259 Bizeljsko;
- 30) Gasilski dom PGD Mihalovec, Mihalovec 17/a, 8257 Dobova;
- 31) Gasilski dom PGD Mostec, Mostec 26, 8257 Dobova;
- 32) Gasilski dom PGD Loče, Loče 19, 8257 Dobova;
- 33) Gasilski dom PGD Rigonce, Rigonce 29, 8257 Dobova;
- 34) Gasilski dom PGD Cerina, Cerina 14/a, 8250 Brežice;
- 35) Gasilski dom PGD Sobenja vas, Sobenja vas 7/a, 8262 Krška vas;
- 36) Policijska postaja Brežice, Prešernova ulica 19/a, 8250 Brežice;
- 37) Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje – Izpostava Brežice, Cesta svobode 15, 8250 Brežice;
- 38) Zaklonišče nekdanje Vino Brežice (50 mest), Cesta bratov Cerjakov, Cesta bratov Cerjakov 33, 8250 Brežice;
- 39) Zaklonišče Zdravstveni dom Brežice (100 mest), Černelčeva cesta 8, 8250 Brežice;
- 40) Zaklonišče Večgeneracijski center Posavje - Brežice (100 mest), Prešernova cesta 13, 8250 Brežice;
- 41) Zaklonišče nekdanji Dijaški dom Brežice (150 mest), Trg Jožeta Toporišiča 2, 8250 Brežice;
- 42) Zaklonišče Mercator (125 mest), Bizeljska cesta 37, 8250 Brežice;
- 43) Zaklonišče nekdanji Lesokov (50 mest), Cesta bratov Cerjakov 43, 8250 Brežice;
- 44) Zaklonišče nekdanja Žito pekarna (25 mest), Lenartova pot 38, 8250 Brežice;

- 45) Zaklonišče nekdanja policijska postaja (25 mest), Cesta svobode 13, 8250 Brežice;
- 46) Zaklonišče Vrtec Mavrica (200 mest), Šolska ulica 5, 8250 Brežice;
- 47) Zaklonišče stanovanjski blok (50 mest), Ulica bratov Gerjovičev 52, 8250 Brežice;
- 48) Zaklonišče stanovanjski blok (50 mest), Bizejska cesta 11, 8250 Brežice;
- 49) Zaklonišče stanovanjski blok (100 mest), Prežihova ulica 10, 8250 Brežice;
- 50) Zaklonišče stanovanjski blok (100 mest), Prežihova ulica 13, 8250 Brežice;
- 51) Zaklonišče stanovanjski blok (120 mest), Kregarjeva ulica 3, 8250 Brežice;
- 52) Zaklonišče stanovanjski blok (120 mest), Kregarjeva ulica 11, 8250 Brežice;
- 53) Zaklonišče stanovanjski blok (100 mest), Maistrova ulica 2, 8250 Brežice;
- 54) Zaklonišče stanovanjski blok (150 mest), Maistrova ulica 4, 8250 Brežice;
- 55) Zaklonišče stanovanjski blok (100 mest), Maistrova ulica 6, 8250 Brežice;
- 56) Zaklonišče stanovanjski blok (100 mest), Maistrova ulica 8, 8250 Brežice;
- 57) Zaklonišče stanovanjski blok (150 mest), Slomškova ulica 7, 8250 Brežice;
- 58) Zaklonišče KS Krška vas (25 mest), Krška vas 1, 8262 Krška vas;
- 59) Zaklonišče Mercator (25 mest), Cerkle ob Krki 2, 8263 Cerkle ob Krki;
- 60) Zaklonišče Terme Čatež (200 mest), Topliška cesta 35, Čatež ob Savi;
- 61) Zaklonišče Slovenske železnice – delavnica za popravilo voz (175 mest), Ulica 15. aprila 23, 8257 Dobova.

Od zgoraj omenjenih zaklonišč imajo na dan 31.12.2024 samo štiri zaklonišča, ki so v lasti Občine Brežice potrdila o primernosti. In sicer Zaklonišče Zdravstveni dom Brežice, Zaklonišče Večgeneracijski center Posavje – Brežice, Zaklonišče nekdanji Dijaški dom Brežice in Zaklonišče Vrtec Mavrica.

9.2 Lokacija objektov, ki dodatno ogrožajo okolico

- 1) Letališče Cerkle ob Krki, 8263 Cerkle ob Krki;
- 2) Bencinski servis Petrol - Rondo, Tovarniška cesta 2, 8250 Brežice;
- 3) Bencinski servis Petrol - Trnje, Cesta svobode 1, 8250 Brežice;
- 4) Bencinski servis Petrol - Dobova, Ulica bratov Gerjovičev 24, 8257 Dobova;
- 5) Bencinski servis Petrol - Bizejsko, Bizejska cesta 70, 8259 Bizejsko;
- 6) Bencinski servis Petrol - (Grič) Čatež, Rimska cesta 11, 8251 Čatež ob Savi;
- 7) Bencinski servis OMV, Cesta svobode 35, 8250 Brežice;
- 8) Terme Čatež, Topliška cesta 35, 8251 Čatež ob Savi

10 GOSPODARSKE ZNAČILNOSTI

10.1 Kmetijstvo

Kmetijstvo z veliko raznolikostjo kultur, z možnostjo intenzivne kmetijske pridelave v osrednjem delu občine, ugodnimi pogoji za pridelavo kmetijskih pridelkov v rastlinjakih, z vinogradnimi legami na severnem in južnem delu občine, je pomemben dejavnik oblikovanja prostora, saj obsega približno polovico površine občine z več kot 1800 kmetijskimi gospodarstvi. Tudi sadjarstvo je pomemben del kmetijske dejavnosti. Večina kmetij je majhnih in posledično manj konkurenčno sposobnih, veliko posesti pa je razdrobljenih. Živinoreja je skozi leta nazadovala in se opuščala, veliko kakovostnih zemljišč pa se zarašča.

10.2 Turizem

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je Brežice v letu 2024 obiskalo skoraj 212 tisoč turistov, kar je 5% več kot leto prej. Skupaj so ustvarili 667.563 nočitev, kar pomeni 3% rast v primerjavi z letom 2023. Približno 90% vseh nočitev je bilo zabeleženih v sklopu največjega turističnega kompleksa, Terme Čatež.

(Vir: <https://www.brezice.si/sl/novice/2025013011182497/breziski-turizem-2024-v-stevilkah-in-besedi:-povecanje-deleza-tujih-turistov-in-porast>)

11 PROMETNE ZNAČILNOSTI

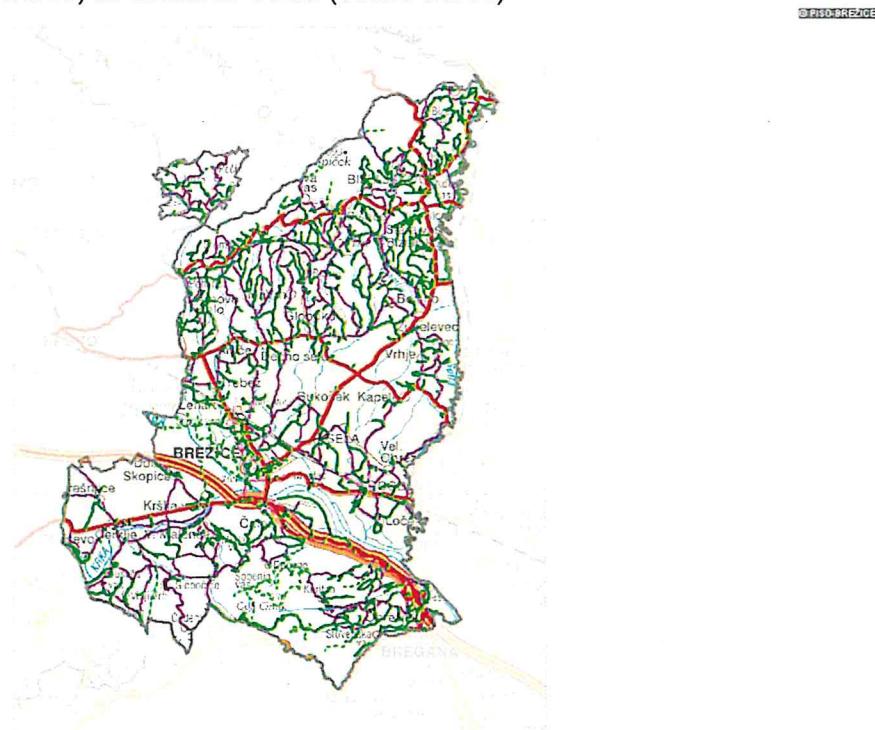
Preko občine poteka avtocesta Ljubljana – Zagreb ter železniška proga Ljubljana – Zagreb.

»Omrežje regionalnih in državnih cest je sicer dobro razvezjano, vendar se na omrežju pojavlja nekaj kritičnih točk, ki onemogočajo normalen potek prometa skozi naselja, kot tudi onemogočajo njihov kvaliteten razvoj. Problem predstavlja tudi neustrezena razpršena gradnja, ki se je stihjsko razvila ob prometnicah ter njihovi uvozi in izvozi na regionalne in državne ceste.« (Strategija občine Brežice 2012, 17)

»Na območju občine je omrežje občinskih cest in javnih poti precej razvezjano, kljub temu predvsem severni del občine in Gorjanci nimata ugodne dostopnosti do centralnih naselij, kot tudi ne do občinskega centra, obenem pa so povezave na sosednja območja slabe oziroma neobstoječe. (Strategija občine Brežice 2012, 17)

»Občina Brežice ima kategoriziranih 627 km občinskih cest in sicer 266 km lokalnih, 25 km zbirnih mestnih in krajevnih cest in 336 km javnih poti.« (Strategija občine Brežice 2012, 17)

Slika 33: Državne (rdeče barve) in občinske ceste (ostale barve)



Vir: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE

Državnih oziroma regionalnih cest je v občini Brežice 95,292 km. (Flajnik David 2013)

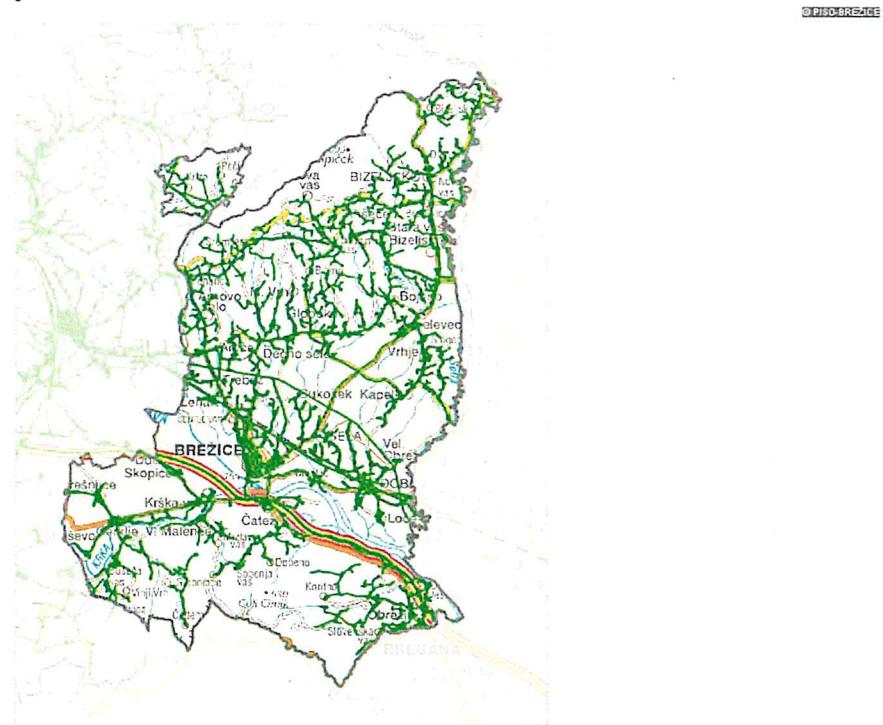
12 ENERGETSKE ZNAČILNOSTI

Slika 34: Plinsko omrežje v občini Brežice



Vir: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE

Slika 35: Električno omrežje



Vir: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE

13 DEMOGRAFSKE ZNAČILNOSTI

Poselitev v nekem prostoru je vedno odraz naravnih terenskih in podnebnih razmer, možnosti zaposlitve in prometnih povezav. Največja zgostitev je v bližini večjih krajev, kjer je možnost zaposlitve, dobra prometna povezava z okolico in večimi središči ter večje možnosti za razvoj kmetijstva.

Na ravninskem delu ob desnem in levem bregu Krke ter desnem bregu Save so kakovostna kmetijska zemljišča zato je poselitev tu zgoščena, vasi pa praviloma večje.

Na prehodu med ravnino in pobočjem Gorjancev pa se intenzivnost poselitve zmanjša. Na tem gričevnatem prehodnem delu dolenjskega oziroma kranjskega dela občine so kraji manjši in redkeje posejani in se prepletajo z obdelovalnimi površinami in gozdom. Z večanjem nadmorske višine poselitev upada in na 380 m nadmorske višine preneha, kjer najdemo zadnji najviše ležeči vasi Kamence in Čedem. (povzeto po Drvenkar et al. 2010, 26)

Na ravninskem delu štajerskega dela občine so kakovostna kmetijska zemljišča zato je poselitev tu zgoščena, vasi pa praviloma večje.

V osrednjem delu, na prehodu med ravnico in pobočjem Orlice, se zgoščenost poselitve manjša. Na tem gričevnatem prehodnem delu štajerskega dela občine so razen Bizejskega, Pišec in Artič kraji manjši in redkeje posejani in se prepletajo z obdelovalnimi površinami in gozdom. Veliko je tudi razpršene poselitve. Z večanjem nadmorske višine poselitev upada. (povzeto po Šimic 2004, 25)

Sredi leta 2022 je imela občina približno 24.290 prebivalcev (približno 12.220 moških in 12.070 žensk). Po številu prebivalcev se je med slovenskimi občinami uvrstila na 13. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine je živilo povprečno 91 prebivalcev; torej je bila gostota naseljenosti tu manjša kot v celotni državi (104 prebivalci na km²).

Število živorojenih je bilo nižje od števila umrlih. Naravni prirast na 1.000 prebivalcev v občini je bil torej v tem letu negativen, znašal je -4,4 (v Sloveniji -2,3). Število tistih, ki so se iz te občine odselili, je bilo nižje od števila tistih, ki so se vanjo priselili. Selitveni prirast na 1.000 prebivalcev v občini je bil torej pozitiven, znašal je 6,1. Seštevek naravnega in selitvenega prirasta na 1.000 prebivalcev v občini je bil pozitiven, znašal je 1,7 (v Sloveniji 4,6).

Povprečna starost občanov je bila 45,4 leta in tako višja od povprečne starosti prebivalcev Slovenije (43,9 let).

Med prebivalci te občine je bilo število najstarejših – tako kot v večini slovenskih občin – večje od števila najmlajših: na 100 oseb, starih 0–14 let, je prebivalo 169 oseb, starih 65 let ali več. To razmerje pove, da je bila vrednost indeksa staranja za to občino višja od vrednosti tega indeksa za celotno Slovenijo (ta je bila 142). Pove pa tudi, da se povprečna starost prebivalcev te občine dviga v povprečju hitreje kot v celotni Sloveniji. Podatki, prikazani po spolu, pokažejo, da je bila vrednost indeksa staranja za ženske v vseh slovenskih občinah, razen v štirih (Črna na Koroškem, Dobrovnik/Dobronak, Jezersko in Mislinja), višja od indeksa staranja za moške. V občini je bilo – tako kot v večini slovenskih občin – med ženskami več takih, ki so bile stare 65 let ali več, kot takih, ki so bile stare manj kot 15 let; pri moških je bila slika enaka.

V občini je delovalo 9 vrtcev, obiskovala pa sta jih 902 otroka. Od vseh otrok v občini, ki so bili stari od 1–5 let, jih je bilo 79 % vključenih v vrtec, kar je manj kot v vseh vrtcih v Sloveniji skupaj (82 %). V tamkajšnjih osnovnih šolah se je v šolskem letu 2022/2023 izobraževalo približno 2.090 učencev. Različne srednje šole je obiskovalo okoli 820 dijakov. Med 1.000 prebivalci v občini je bilo 30 študentov in 6 diplomantov; v celotni Sloveniji je bilo na 1.000 prebivalcev povprečno 38 študentov in 8 diplomantov.

Med osebami v starosti 15 let–64 let (tj. med delovno sposobnim prebivalstvom) je bilo približno 69 % zaposlenih ali samozaposlenih oseb (tj. delovno aktivnih), to je enako slovenskemu povprečju. (Vir: <https://www.stat.si/obcine/sl/Municip/Index/14>)

14 KULTURNE ZNAČILNOSTI

Na področju kulture delujeta v občini dva javna zavoda in sicer Knjižnica Brežice ter Posavski muzej Brežice, katerega ustanoviteljice so občine Brežice, Krško in Sevnica, Javni sklad RS za kulturne dejavnosti – Območna izpostava Brežice ter 26 kulturnih društev. H kulturnemu življenju daje velik prispevek tudi osem osnovnih šol, Zavod za podjetništvo, turizem in mladino Brežice ter Glasbena šola Brežice.

Na območju občine so štirje kulturni spomeniki državnega pomena in triintrideset kulturnih spomenikov občinskega pomena.

Tabela 6: Kulturni spomeniki državnega pomena

	Nepremičnina	Objava o razglasitvi	Lastnik
1.	Grad Bizejsko	Odlok (Uradni list RS, št. 81/99)	država
2.	Grad Pišece	Odlok (Uradni list RS, št. 81/99)	država
3.	Grajska kašča v Brežicah	Odlok (Uradni list RS, št. 81/99)	država
4.	Grad Brežice	Odlok (Uradni list RS, št. 81/99)	občina

	Nepremičnina	Objava o razglasitvi	Lastnik
1.	Mestno jedro Brežic	Odlok (Uradni list RS, št. 42/88)	zasebnik
2.	Območje Šentvid - Malence	Odlok (Uradni list RS, št. 42/88)	zasebnik
3.	Grajski kompleks Mokrice z varovanim območjem	Odlok (Uradni list RS, št. 42/88, 50/98)	zasebnik
4.	Spominsko obeležje Lastine pri Sromljah	Odlok (Uradni list RS, št. 41/89)	zasebnik
5.	Območje Jovsov	Odlok (Uradni list RS, št. 58/95)	zasebnik
6.	Pleteršnikova domačija v Pišecah	Odlok (Uradni list RS, št. 53/96)	zasebnik
7.	Cerkev Sv.Lovrenca na Bizejskem	Odlok (Uradni list RS, št. 30/00)	zasebnik
8.	Banova domačija v Artičah	Odlok (Uradni list RS, št. 19/03, 60/04)	zasebnik
9.	Cerkev Žalostne Matere božje v Bušeči vasi	Odlok (Uradni list RS, št. 19/03)	zasebnik
10.	Šolska zidanica na Bizejskem	Odlok (Uradni list RS, št. 19/03, 60/04)	občina
11.	Jelčičeva domačija - Janeževa gorca 56	Odlok (Uradni list RS, št. 60/04)	zasebnik
12.	Cerkev sv.Mihaela v Pišecah z župniščem	Odlok (Uradni list RS, št. 85/04)	zasebnik
13.	Cerkev sv.Petra na Stankovem	Odlok (Uradni list RS, št. 85/04)	zasebnik
14.	Podružnična cerkev Sv.Križ na Cirniku	Odlok (Uradni list RS, št. 81/05)	zasebnik

15.	Podružnična cerkev Sv.Jakob na Ponikvah	Odlok (Uradni list RS, št. 81/05)	zasebnik
16.	Kelharjev toplar (kozolec) - Bizejlsko	Odlok (Uradni list RS, št. 81/07)	zasebnik
17.	Kelharjev hram - Bizejlsko	Odlok (Uradni list RS, št. 81/07 in 82/09)	zasebnik
18.	Cerkev Marijinega vnebovzetja - Kapele	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
19.	Cerkev Sv. Vida na Janeževem vrhu - Bizejlsko	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
20.	Cerkev sv. Marije Magdalene - Orešje	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
21.	Cerkev sv. Duha - Dramlja	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
22.	Cerkev sv. Antona - Drenovec	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
23.	Cerkev sv. Andreja na Skalah - Dramlja	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
24.	Cerkev sv. Fabijana in Sebastijana - Mostec	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
25.	Cerkev Imena Marijinega - Dobova	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
26.	Spomenik padlim v 1. svetovni vojni - Dobova	Odlok (Uradni list RS, št. 76/08)	zasebnik
27.	Cerkev sv. Vida - Čatež ob Savi	Odlok (Uradni list RS, št. 82/09)	zasebnik
28.	Cerkev Sv.Martina na Vel.Malencah	Odlok (Uradni list RS, št. 22/11)	zasebnik
29.	Cerkev Sv.Duga v Mrzlavi vasi	Odlok (Uradni list RS, št. 22/11)	zasebnik
30.	Cerkev Sv.Jurija na Čatežu ob Savi	Odlok (Uradni list RS, št. 22/11)	zasebnik
31.	Cerkev Sv. Mohorja in Fortunata v Krški vasi	Odlok (Uradni list RS, št. 22/11)	zasebnik
32.	Cerkev Sv. Marka v Cerkljah ob Krki	Odlok (Uradni list RS, št. 22/11)	zasebnik
33.	Šola v Orešju na Bizejlskem	Odlok (Uradni list RS, št. 22/11)	zasebnik

Vir: Občinska uprava Občine Brežice 2012

15 EPIDEMIOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Epidemiologija je veja medicine, ki se ukvarja s proučevanjem, preprečevanjem in zdravljenjem nalezljivih bolezni pri ljudeh in živalih. Epidemiološke značilnosti občine lahko torej izvirajo iz proučevanja, preprečevanja in zdravljenja nalezljivih oziroma kužnih bolezni živali, ki se nahajajo na področju občine. Ker se naloge epidemiologije v veliki meri prekrivajo tudi z nalogami načrtov ukrepov ob pojavu neke kužne bolezni, ki jih mora izdelati Veterinarska uprava Republike Slovenije (VURS) pri Ministrstvu za kmetijstvo in okolje Republike Slovenije, ter nalogami iz Državnega načrta zaščite in reševanja ob pojavu posebno nevarnih bolezni živali, bo Občinska uprava Občine Brežice epidemiološke značilnosti občine Brežice, bolj podrobno opredelila na podlagi temeljnega načrta in Ocene ogroženosti občine Brežice zaradi pojava posebno nevarnih bolezni živali v Občinskem načrtu zaščite in reševanja ob pojavu posebno nevarnih bolezni živali.

Veterinarska uprava Republike Slovenije ima na svoji spletni strani http://www.vurs.gov.si/si/za_pribivalce_in_pravne_osebe/zdravje_zivali/nacrti_ukrepov/ na dan 28.02.2013 objavljenih šest načrtov ukrepov ob pojavu posebno nevarnih bolezni živali za slinavko in parkljevko, aviarno influenco, klasično prašičjo kugo, atypično kokošjo kugo, bolezen modrikastega jezika ter afriško prašičjo kugo.

Neveljavni Zakon o veterinarstvu iz leta 1994 (Uradni list RS, št. 82/94), ki ga je leta 2001 nadomestil Zakon o veterinarstvu (Uradni list RS, št. 33/01) v 8. členu navaja 86 nalezljivih oziroma kužnih bolezni pri živalih zaradi katerih je potrebno izvajati splošne in posebne ukrepe. In sicer (Zakon o veterinarstvu 1994, 8. člen):

1. afriška prašičja kuga - *Pestis africana suum*,
2. afriška smrkavost- *Lymphangioitis epizootica*,
3. atrofični rinitis prašičev- *Rhinitis atrophicans suum*,
4. atypična kokošja kuga - *Morbus Newcastle (New-castle disease)*,
5. bolezen Aujeszkega - *Morbus Aujeszky*,
6. bolezen Gumboro - *Morbus Gumboro*,
7. bolezen modrikastega jezika - *Febris catarrhalis ovium (Blue tongue)*,
8. bolezen rdečih ust- *Enteric redmouth disease (Yersiniosis)*,
9. bruceloza - *Brucellosis*,
10. cisticerkoza - *Cysticercosis*,
11. ehnokokoza- *Echinococcosis*,
12. enzootska goveja levkoza - *Leucosis enzootica bovum*,
13. epidemični tremor- *Encephalomyelitis avium*,
14. eritrodermatitis pri krapih - *Erythrodermatitis cyprini*,
15. furunkuloza pri postrvih - *Furunculosis salmonis*,
16. garje pri kopitarjih in prežvekovalcih - *Scabies: Sarcoptiasis equorum, bovum et rupicaprarum, Chorioptia-sis ovium, Psoroptiasis*,
17. goveja genitalna kampilobakterioza - *Campylo-bacteriosis genitalis bovum*,
18. goveja kuga- *Pestiš bovina (Rinderpest)*,
19. goveja spongiformna encefalopatija - *Encephalo-pathia spongiformis bovum*,
20. goveja trihomonijaza - *Trichomoniasis bovum*,
21. goveja virusna diareja - mukozna bolezen - *Diarrhoea viralis bovum - Morbus mucosae bovum*,
22. hemoragična bolezen kuncev in zajcev - *Morbus haemorrhagicus cunicularum et leporum*,
23. hemoragična septikemija pri govedu - *Septicaemia haemorrhagica bovum*,
24. huda gniloba čebelje zalege - *Pestis apium*,
25. infekcionalni bovini rinotraheitis in infekcionalni pustularni vulvovaginitis (IBR/IPV) - *Rhinotracheitis infectio-sa et vulvovaginitis pustulosa infectiosa bovum (IBR/IPV)*,
26. infekcionalni bronhitis pri perutnini - *Bronchitis infectiosa avium*,
27. infekcionalna hematopoetska nekroza - *Necrosis infectiosa haematopoetica salmonis*,
28. infekcionalni laringotraheitis pri perutnini - *Laryn-gotracheitis infectiosa avium*,
29. infekcionalni metritis kopitarjev - *Metritis contagiosa equorum*,
30. influenca konj - *Influenza equorum*,
31. klamidijsko zvrgavanje ovc - *Abortus chlamydialis ovium*,
32. klasična prašičja kuga - *Pestis suum*,
33. klostridijski enteritis pujskov (KEP) - *Enteritis clostridialis porcellorum*,
34. kokošja kuga - *Pestis avium*,
35. kokošji tifus - *Typhus avium*,
36. kolera perutnine- *Pasteurellosis avium*,
37. konjska kuga - *Pestis equorum*,
38. konjski arteritis - *Arteritis equi*,
39. konjski virusni rinopneumonitis - *Rhinopneumonitis equi*,
40. kronična bolezen dihal perutnine - *Mycoplasmosis avium*,
41. kuga drobnice - *Pestis pecorum*,

42. kužna malokrvnost - *Anaemia infectiosa equorum*,
 43. leptospiroza - *Leptospirosis*,
 44. listerioza - *Listeriosis*,
 45. marekova bolezen - *Neurolymphomatosis avium*,
 46. mikrosporija - *Microsporiasis*,
 47. miksomatoza - *Myxomatosis*,
 48. mrzlica doline Rift - *Hepatitis infectiosa enzootica bovum et ovium*,
 49. mrzlica Q - *Q febris*,
 50. nalezljiva nekroza trebušne slinavke pri postrvih - *Necrosis infectiosa pancreatica salmonis*,
 51. nalezljiva ohromelost prašičev - *Encephalomyelitis enzootica suum*,
 52. nalezljiva (enzootska) šepavost ovac - *Dermatitis interdigitalis infectiosa ovium*,
 53. nozemavost čebel - *Nosemosis apium*,
 54. okamenela zalega - *Aspergillosis apium*,
 55. osepnice ovac in koz - *Variola ovina et caprina*,
 56. paratuberkuloza - *Paratuberculosis*,
 57. pljučna kuga goved - *Pleuropneumonia contagiosa bovum*,
 58. prašičja dizenterija - *Dysenteria suum*,
 59. prašičji respiratorni in reproduktivni sindrom (PRRS) - *Syndroma reproductivum et respiratorium suum*,
 60. pršičavost čebel - *Acarasis apium*,
 61. psitakoza - *Psittacosis*,
 62. pulmonalna adenomatoza ovac – *Adenomatosis pulmonum epizootica ovis*,
 63. rdečica - *Erysipelas*,
 64. salmoneloza - *Salmonellosis*,
 65. slinavka in parkljevka - *Aphtae epizooticae*,
 66. smrkavost - *Malleus*,
 67. spolna kuga konj - *Exanthema coitale paralyticum (Dourina)*,
 68. spomladanska viremija pri krapih - *Viraemia vernalis cyprini*,
 69. steklina - *Rabies (Lyssa)*,
 70. šumeči prisad - *Gangraena, emphysematosa*,
 71. toksokarioza- *Toxocariosis*,
 72. toksoplazmoza - *Toxoplasmosis*,
 73. trihineloza - *Trichinellosis*,
 74. trihofitija - *Trichophytia bovis*,
 75. tuberkuloza - *Tuberculosis*,
 76. tularemija - *Tularemia*,
 77. varooza čebel - *Varroosis apium*,
 78. vezikularna bolezen prašičev - *Morbus vesicularis suum*,
 79. vesikularni stomatitis - *Stomatitis vesicularis*,
 80. virusna hemoragična septikemija pri postrvih - *Septicaemia haemorrhagica salmonis*,
 81. virusno vnetje želodca in črevesja pri prašičih - *Gastroenteritis virosa suum (TGE)*,
 82. vnetje ribjega mehurja pri krapih - *Aerocystitis cyprini*,
 83. vnetje vimena pri kravah, ovkah in kozah - *Mastitis bovum, ovium et caprarum*,
 84. vozličasti dermatitiš - *Dermatitis nodosa*,
 85. vranični prisad - *Anthrax*,
 86. vrtoglavost postrvi - *Myxomatosis salmonis*,

Tudi v občini Brežice je potrebno biti pozoren na vseh teh 86 nalezljivih bolezni živali, ki predstavljajo tveganje za zdравje živali. Še posebej pa za človeka nevarne nalezljive zoonoze, ki se z živali prenašajo na človeka in zaradi katerih je potrebno izvajati posebne preventivne ukrepe za varstvo prebivalstva. Izmed zgoraj 86 naštetih bolezni živali so to (povzeto po Zakonu o veterinarstvu 1994, 8. člen) :

1. bruceloza - *Brucellosis*,
2. cisticerkoza - *Cysticercosis*,

3. ehinokokoza- Echinococcosis,
4. leptospiroza - Leptospirosis,
5. listerioza - Listeriosis,
6. mikrosporija - Microsporiasis,
7. mrzlica doline Rift - Hepatitis infectiosa enzootica bovum et ovium,
8. mrzlica Q - Q febris,
9. okamenela zalega - Aspergillosis apium,
10. psitakoza - Psittacosis,
11. rdečica - Erysipelas,
12. salmoneloza - Salmonellosis,
13. smrkavost - Malleus,
14. steklina - Rabies (Lyssa),
15. toksoplazmoza - Toxoplasmosis,
16. trihinelzoza - Trichinellosis,
17. trihofitija - Trichophytia bovis,
18. tuberkuloza - Tuberculosis,
19. tularemija - Tularemia,
20. vranični prisad - Anthrax,

Tabela 7: Lista živalskih bolezni v občini Brežice med leti 2007 in 2012

Vrsta bolezni	Mesec in leto izbruha
Varooza	Oktober 2009
Nozemavost	Marec 2010
Cisticerkoza goved	April 2010
Huda gniloba čebelje zalege	Maj 2010
Huda gniloba čebelje zalege	Julij 2010
Huda gniloba čebelje zalege	Avgust 2010
Huda gniloba čebelje zalege	Avgust 2011

Vir:

http://www.vurs.gov.si/si/za_prebivalce_in_pravne_osebe/zdravje_zivali/mesecna_porocila_o_pojavih_bolezni_v_rs/

Razen živalskih bolezni manjšega obsega prikazanih v Tabeli 13, v občini Brežice med letoma 2007 in 2012 ni bilo večjih epizootij oziroma večjega masovnega pojava nalezljivih bolezni pri živalih.

Posebno nevarne bolezni živali so slinavka in parkljevka, vezikularni stomatitis, vezikularna bolezen prašičev, goveja kuga, kuga drobnice, pljučna kuga govedi, vozličasti dermatitis, mrzlica doline Rift, bolezen modrikastega jezika, osepnice ovac in koz, konjska kuga, afriška prašičja kuga, klasična prašičja kuga, aviarna influenca in atipična kokošja kuga. (Povz. po Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje 2012, 6-13)

16 NARAVNE IN DRUGE NESREČE, KI OGROŽAJO OBČINO BREŽICE

V tem poglavju so navedene naravne in druge nesreče, ki v večji ali manjši meri ogrožajo varnost prebivalcev, živali, materialnih dobrin in kulturno dediščino občine Brežice z ugotovitvami ali je občina sposobna posamezno nesrečo obvladati sama, ali bi bila mogoče za to potrebna pomoč od zunaj. Za vsako nesrečo je glede na njeno možnost, oziroma pogostost pojava in možnost ogrožanja zdravja in življenja večjega števila prebivalcev ter materialnih

dobrin, opredeljeno, ali je potrebno dati več pozornosti pri načrtovanji in pripravi zaščitnih ukrepov.

16.1 Jedrska ali radiološka nesreča

Zaradi bližine Nuklearne elektrarne Krško ter nevarnosti jedrske nesreče, je potrebno tej vrsti tehnološke nesreče posvetiti posebno veliko pozornosti pri načrtovanju zaščite in reševanja. V primeru jedrske ali radiološke nesreče v NEK bi bila vsekakor potrebna pomoč širše državne skupnosti, ki bi jo organizirala Civilna zaščita Republike Slovenije, Slovenska vojska, Slovenska policija ter ostali državni ali civilni dejavniki.

16.2 Rušilni potresi

Ker leži občina Brežice na potresno ogroženem področju, je potrebno tej vrsti naravne nesreče posvetiti posebno veliko pozornosti pri načrtovanju zaščite in reševanja. V primeru rušilnega potresa bi bila vsekakor potrebna pomoč širše državne skupnosti, ki bi jo organizirala Civilna zaščita Republike Slovenije, Slovenska vojska, Slovenska policija ter ostali državni ali civilni dejavniki.

16.3 Poplave

Poplave so v občini Brežice pogost pojav in v večji meri ogrožajo predvsem vasi Krška vas, Velike Malence, Loče in Rigonce. Nekaj hiš pa tudi v vaseh Cerklje ob Krki, Dolenja Pirošica, Župeča vas, Račja vas, Boršt, Čatež ob Savi ter Mihalovec. Vas Mostec in Terme Čatež so zavarovani z nasipom. Vendar Terme Čatež ob poplavah ogroža in navadno poplavlja podtalnica. Poplavljajo reke Sava, Krka in Sotla ter manjši vodotoki.

V primeru reševanja ljudi, živali, premoženja ter kulturne dediščine ne bi bila potrebna zunanja pomoč širše državne skupnosti. Vsekakor pa bi bila potrebna pomoč države za odpravo posledic poplav.

Zaradi pogostosti poplav v občini Brežice je potrebno tej vrsti naravne nesreče posvetiti veliko pozornosti pri načrtovanju zaščite in reševanja ter jih zaradi predvidene gradnje Hidro elektrarne Brežice in Hidro elektrarne Mokrice sproti posodabljati.

16.4 Požari večjega obsega

Zadnjih petdeset let v občini Brežice ni bilo požara večjega obsega v naseljih ali v naravi. Kljub temu, pa je potrebno skrbno načrtovati zaščito in reševanje pred požarom. V primeru požara večjega obsega bi bila potrebna zunanja pomoč širše državne skupnosti.

16.5 Prometne nesreče na avtocesti večjega obsega

Skozi občino Brežice se na avtocesti Ljubljana – Zagreb odvija veliko avtomobilskega prometa, zaradi česar obstaja možnost večjega naleta vozil in posledično velikega števila poškodovanih potnikov, materialne škode, požara ter razlitja nevarnih snovi v okolje.

V primeru prometne nesreče večjega obsega bi bila potrebna pomoč širše državne skupnosti in njenih organov, ter civilnih organizacij. V prvem trenutku bi bila na voljo Poklicna gasilska enota Krško, občinska prostovoljna gasilska društva, ekipe nujne medicinske pomoči Zdravstvenega doma Brežice in Zdravstvenega doma Krško, Bolnišnica Brežice ter ekipe prve pomoči Civilne zaščite občine Brežice ter ekipa prve pomoči Rdečega križa Slovenije.

Zaradi pripravljenosti na prometne nesreče večjega obsega na avtocesti Ljubljana – Zagreb, ki poteka skozi občino Brežice je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito in reševanje ljudi, živali, materialnih dobrin ter okolja.

16.6 Prometne nesreče na železniški progi večjega obsega

Skozi občino Brežice se na železniški progi Ljubljana – Zagreb odvija veliko potniškega in tovornega prometa, zaradi česar obstaja možnost večjega prometne nesreče in posledično velikega števila poškodovanih potnikov, materialne škode, požara ter razlitja nevarnih snovi v okolje.

V primeru železniške prometne nesreče večjega obsega bi bila potrebna pomoč širše državne skupnosti in njenih organov, ter civilnih organizacij. V prvem trenutku bi bila na voljo Poklicna gasilska enota Krško, občinska prostovoljna gasilska društva, ekipe nujne medicinske pomoči Zdravstvenega doma Brežice in Zdravstvenega doma Krško, Bolnišnica Brežice ter ekipe prve pomoči Civilne zaščite občine Brežice ter ekipa prve pomoči Rdečega križa Slovenije.

Zaradi pripravljenosti na železniške prometne nesreče večjega obsega na železniški progi Ljubljana – Zagreb, ki poteka skozi občino Brežice je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito in reševanje ljudi, živali, materialnih dobrin ter okolja.

16.7 Neurja

Neurja, še posebej neurja s točo so kljub Sliki št. 14, ki kaže v povprečju manjšo izpostavljenost občine močnim vetrovom, vedno bolj pogost pojав v občini Brežice. Navadno povzročijo škodo na strešnih kritinah, fasadah, oknih hiš, avtomobilih v poljedelstvu na prostorsko omejenem področju.

Gre za naravno nesrečo, ki so jo sile zaščite in reševanja občine Brežice sposobne obvladovati brez zunanje pomoči. Vsekakor pa bi bila potrebna pomoč države za odpravo posledic neurja.

Zaradi pripravljenosti na neurja je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito in reševanje ljudi, živali, materialnih dobrin in kulturne dediščine.

16.8 Pojavi kužnih bolezni pri živalih večjega obsega

Državna ocena ogroženosti ob pojavu posebno nevarnih bolezni živali št. 842-5/2011-56 z dne, 20.11.2012 uvršča občino Brežice v razred ogroženosti št. 4, oziroma v zelo veliko stopnjo ogroženosti 1. Razredov ogroženosti, v katere se po tej oceni uvršča nosilce načrtovanja, je pet. Od stopnje 1, do stopnje 5. Stopenj ogroženosti je tudi pet in sicer: majhna, srednja, velika, zelo velika 1 in zelo velika 2.

V primeru pojava kužnih bolezni pri živalih večjega obsega bi občina Brežice potrebovala državno pomoč in sodelovanje mednarodne skupnosti.

Zaradi zelo velike stopnje ogroženosti občine Brežice ob pojavu kužnih bolezni pri živalih večjega obsega mora občina načrtovati ukrepe za zaščito in reševanje ljudi in živali.

16.9 Zemeljski plazovi

Zemeljski plazovi so v občini Brežice precej razširjeni, vendar v redkih primerih ogrožajo življenja ljudi in živali. Vsekakor pa ogrožajo materialne dobrine kot so npr. cestne povezave, kmetijske površine ter v manjši meri tudi hiše.

Gre za nesrečo, največkrat povezano z dejavnostjo človeka v prostoru, ki so jo sile zaščite in reševanja občine Brežice sposobne obvladovati brez zunanje pomoči. Vsekakor pa bi bila potrebna pomoč države za odpravo posledic zemeljskih plazov.

Zaradi pripravljenosti na nevarnost zemeljskih plazov je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito in reševanje ljudi, živali, materialnih dobrin in kulturne dediščine.

16.10 Teroristični napadi

Teroristični napadi v Sloveniji zaradi sodelovanja Slovenske vojske v tujini, niso povsem izključeni. Največkrat zaradi malega števila enot Slovenske vojske, ki sodeluje v vojaških nalogah v tujih državah, je uveljavljeno splošno mnenje slovenske javnosti, da je takšen napad celo nemogoč. Da so možni cilji napada večje države, ki so bolj vpletene v vojaške spopade na zasedenih ali drugih območjih. Ne smemo pozabiti, da mnoge izkušnje iz preteklih vojskovanih govorijo o tem, da sovražnik udari tam, kjer ga najmanj pričakujemo in kjer lahko naredi največ škode z najmanjšimi možnimi sredstvi.

Glede na pripravljenost obrambnih in drugih sil v Sloveniji bi lahko prišlo do terorističnega napada tudi v Sloveniji. Verjetno bi si teroristi izbrali cilj na katerem bi naredili največ škode tako prebivalcem kot materialnim dobrinam. V naši bližini je to prav gotovo Nuklearna elektrarna Krško ter hidroelektrarne na spodnji Savi. Na območju občine Brežice pa tudi javne prireditve, kjer se zbere veliko ljudi.

Ob terorističnem napadu na področju občine Brežice, bi skrbeli za varnost predvsem državni organi. Lokalna skupnost bi se vključevala po svojih zmožnostih z enotami civilne zaščite in drugimi društvji v sistemu zaščite in reševanja, ki delujejo v občini Brežice.

Zaradi pripravljenosti na nevarnost terorističnih napadov je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito in reševanje ljudi, živali, materialnih dobrin in kulturne dediščine zaradi vključenosti državnih organov, v manjšem obsegu.

16.11 Suše

Kakor je razvidno iz Slike št. 7, ki kaže visoko povprečno letno temperaturo zraka na področju občine, Slike št. 8, ki kaže nizko povprečno letno višino padavin na področju občine in iz Slike št. 9, ki kaže povprečno nizko število dni s snežno odejo na področju občine, je občina Brežice eno izmed področij v Sloveniji, ki je večkrat prizadeto s sušo.

Težave rešuje Občina Brežice z dostavo pitne vode na ogrožena področja občine s pomočjo prostovoljnih gasilskih društev. Do sedaj še ni bila potrebna zunanjna pomoč.

Zaradi pripravljenosti na nevarnost suše je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito ljudi in živali v manjšem obsegu. Občina zagotavlja pripravljenost na nevarnost suše z ustreznimi opremljenimi vozili prostovoljnih gasilskih društev ter proračunsko postavko 0108 – Prevozi pitne vode.

16.12 Nesreče zrakoplovov

Zaradi lokacije mešanega, vojaškega in civilnega letališča Cerkle ob Krki v občini Brežice, obstaja nevarnost padca zrakoplova na področju občine Brežice.

V primeru padca manjšega zrakoplova izven ograje letališča, bi zadostovale sile za zaščito in reševanje v okviru občine Brežice.

Zaradi pripravljenosti na nevarnost padca zrakoplova je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito ljudi, živali, materialnih sredstev ter kulturne dediščine.

19.13 Epidemije oziroma pandemije nalezljive bolezni pri ljudeh

Tako zaradi gibanja tujcev na območju občine kot tudi prebivalcev občine zunaj občinskih in državnih meja je pojav epidemije oziroma pandemije nalezljive bolezni pri ljudeh verjeten.

Zaradi pripravljenosti na to vrsto nevarnosti je potrebno načrtovati ukrepe za zaščito prebivalcev občine.

II. DEL

OCENA OGROŽENOSTI OBČINE BREŽICE ZARADI JEDRSKE IN RADIOLOŠKE NEVARNOSTI

1. VIRI RADILOŠKE NEVARNOSTI

Viri radiološke nevarnosti v Občini Brežice so jedrski vojaški spopad ter del jedrskega gorivnega kroga. To je sistem jedrskih naprav, preko katerih kroži jedrsko gorivo. Gorivni krog se med posameznimi državami razlikuje, saj imajo v večini le jedrske reaktorje, za katere uvažajo jedrsko gorivo. Celoten jedrski gorivni krog sestavlja (povzeto po Dimic 1995, 10):

- rudnik urana;
- obrat za predelavo uranove rude;
- tovarna za obogatitev urana;
- tovarna za izdelavo goriva;
- jedrska elektrarna;
- skladišče izrabljene goriva;
- tovarna za predelavo izrabljene goriva;
- odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov;
- odlagališče visokoradioaktivnih odpadkov.

Del tega jedrskega gorivnega kroga, ki ogroža ljudi, živali, premoženje, kulturno dediščino ter okolje v občini Brežice se nahaja v sosednji občini Krško in je oddaljen od brežiško – krške občinske meje samo približno 2 km, od prve vasi v občini Brežice - Gorenje Skopice manj kot 4 km in od starega mestnega jedra Brežic približno 7 km oziroma 6 km od primestnega naselja Brežic - Šentlenarta, so Jedrska elektrarna Krško, odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov ter odlagališče visokoradioaktivnih odpadkov.

Občino Brežice radiološko ogrožajo naslednji viri nevarnosti:

- 1) Jedrski objekti
 - a) Nuklearna elektrarna Krško,
 - b) Odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov,
 - c) Odlagališče visokoradioaktivnih odpadkov,
- 2) Sevalni objekti
- 3) Radiološki izredni dogodki
 - a) Nenadzorovani viri ionizirajočega sevanja,
 - b) Padec satelita z radioaktivno snovjo,
 - c) Prevoz radioaktivnih snovi,
- 4) Nesreče v tujini.

1.1 Splošno o nevarnosti ionizirajočega sevanja

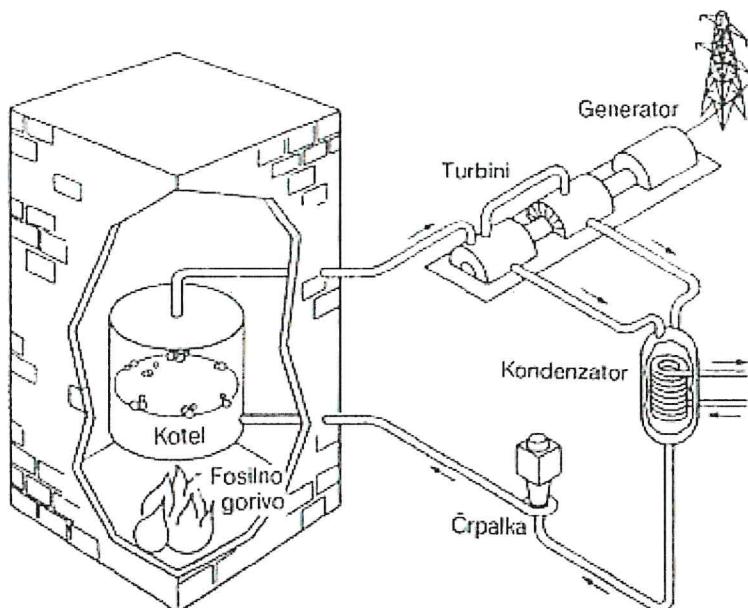
»Viri ionizirajočega sevanja so naravni in umetni. Zaradi radioaktivnih izotopov v okolju (zemlja, zrak, voda, prehrana) je človek na razne načine izpostavljen ionizirajočemu sevanju. Običajno jih delimo na zunanje in notranje obsevanje. Do zunanjega obsevanja pride, če so radioaktivni izotopi v človekovi okolini. Ob razpadanju obsevajo človeka z oddajanjem prodornih sevanj, kot so npr. žarki γ. Izpostavitev sevanju je v tem primeru sorazmerna s časom zadrževanja v območju sevanja. Do notranjega obsevanja pride zaradi vnosa radioaktivnih snovi v organizem z vdihavanjem onesnaženega zraka (inhalačija), uživanjem onesnažene hrane in pijače (ingestija) in zaradi vnosa skozi kožo, zlasti če je poškodovana. Ob vnosu v organizem pride do izraza tudi tisti radioaktivni izotopi, ki zaradi malo prodornih delčnih sevanj niso pomembni kot zunanjji sevalci, npr. plutonijevi izotopi, ki so sevalci a. V telo vneseni radioaktivni izotopi različnih elementov se glede na kemijsko obliko obnašajo dokaj različno (čas zadrževanja, kopiranje v specifičnih organih ali tkivih, hitrost in delež izločanja). Pomembno je tudi to, da se po vnosu radioaktivnih izotopov v telo ni mogoče izogniti nadaljnji izpostavljenosti sevanju, ker radionukliidi obsevajo tkiva, dokler se zadržuje v telesu. Ioninizirajoče snovi oddaja energijo z ioniziranjem in vzbujanjem atomov in molekul. V tkivu lahko zaradi tega pride do okvar biološko pomembnih molekul, kar lahko privede do

poškodbe ali smrti celice. Ob uničenju velikega števila celic organa ali tkiva so posledice za organizem lahko zelo resne, celo smrtne, in se pokažejo relativno hitro po obsevanju. Te učinke imenujemo deterministične in je zanje značilno, da imajo prag – ne opažamo jih pod dozo, ki je nižja od neke mejne vrednosti. Nad pragom pa se posledice večajo s prejeto dozo. Po drugi strani pa je sevanje tudi mutageno in v celici povzroči spremembe, ki lahko predstavljajo enega od prvih dogodkov pri razvoju celice v rakasto obliko. Kancerogenost sevanja je učinek, ki verjetno nima praga, in z večanjem doze narašča verjetnost nastanka raka. To je stohastični oziroma učinek zaradi statistično ugotovljenih okvar celic. Če pa sevanje okvari spolne celice, se posledice pokažejo šele na potomcih (dedni ali hereditarni učinki). (Nuklearna elektrarna Krško 2012, 2)

1.2 Sistem delovanja in osnovne vrste jedrskeih elektrarn

Termoelektrarne so naprave za pretvarjanje toplotne energije v električno. V parnem kotlu izgoreva gorivo, nastala toplota uparja vodo. Paro vodijo najprej v visokotlačni in nato v nizkotlačni del turbine. Turbina poganja električni generator, ki pretvarja energijo pare v električno energijo. Iz turbine gre para v kondenzator, kjer se ukaplji. Kondenzator hladilo s hladilno vodo, ki jo črpajo iz reke ali morja. Za hlajenje lahko uporabljajo tudi hladilni stolp. Kondenzirano paro črpa napajalna črpalka nazaj v kotel. Po zakonih termodinamike je možno pretvoriti v drugo vrsto energije le del toplote. Moderne termoelektrarne pretvorijo v električno energijo okoli 40% toplote (to je izkoristek termoelektrarne). Ta izkoristek je tem večji, čim višja je temperatura pare. (povzeto po Dimic 1995, 29)

Slika 36: Pridobivanje električne energije v termoelektrarni



Vir: Dimic 1995, 29

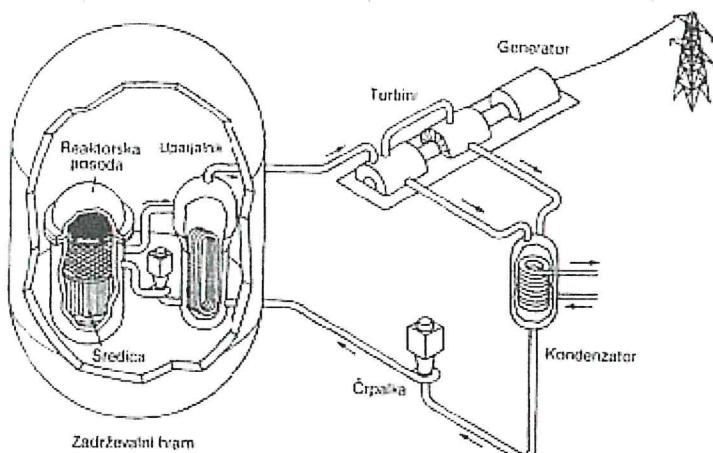
Jedrske elektrarne delujejo podobno kot termoelektrarne, le izvir toplote ni gorenje premoga ali plina, temveč toplota iz jedrskega goriva. To gorivo je spravljen v sredici reaktorja, ki jo obdaja tlačna posoda. Skozi sredico kroži hladilo (voda), ki prenaša sproščeno toploto preko uparjalnika na parni sistem (tlačnovodni reaktor), ali pa se v reaktorju uparja in nastala para direktno poganja turbine (vrelni reaktor). Sredica, tlačna posoda in naprave v tlačni posodi sestavljajo reaktor, ki je najbolj značilni del jedrske elektrarne. Pri vodno hlajenih jedrskih reaktorjih je izkoristek elektrarne približno 34%, ker je maksimalna temperatura hladila

omejena s kritično temperaturo vode, ki je 379°C . Nad to temperaturo obstaja voda le kot para, ki pa je slab moderator in hladilo, kar onemogoča delovanje reaktorja. Praktična meja za temperaturo hladila je okoli 320°C . (povzeto po Dimic 1995, 30)

Tlačnovodni reaktor (PWR: Pressurized Water Reactor)

Pri tem reaktorju je hladilna voda (primarni hladilni krog) v reaktorski posodi (prostor, kjer so gorivo, regulacijske palice in hladilo) pod tlakom, ki je večji od nasičenega parnega tlaka pri največji obratovalni temperaturi. Zato se reaktorsko hladilo ne more uparjati. Pri temperaturi vode 320°C v primarnem krogu je voda dovolj podhlajena pri tlaku 157 bar. Do uparjanja pride šele v uparjalniku (sekundarni hladilni krog). To je kotel, kjer je veliko število tankih cevi. Skozi poganjajo močne primarne črpalke reaktorsko hladilo, ki svojo toploto oddaja sekundarnemu hladilu, ki kroži okoli cevi uparjalnika. Zaradi segrevanja se sekundarno hladilo uparja. Para poganja turbino, po koncu dela pa se kondenzira v kondenzatorju turbine in se nato vrača v uparjalnik. Pri tlačnovodnem reaktorju sta primarni in sekundarni hladilni krog ločena, kar je ugodno, če pride do nehotenega radioaktivnega onesnaženja hladilne vode. Tlačnovodni reaktor je danes najbolj razširjen tip jedrskih reaktorjev. (povzeto po Dimic 1995, 36)

Slika 37: Tlačnovodni reaktor



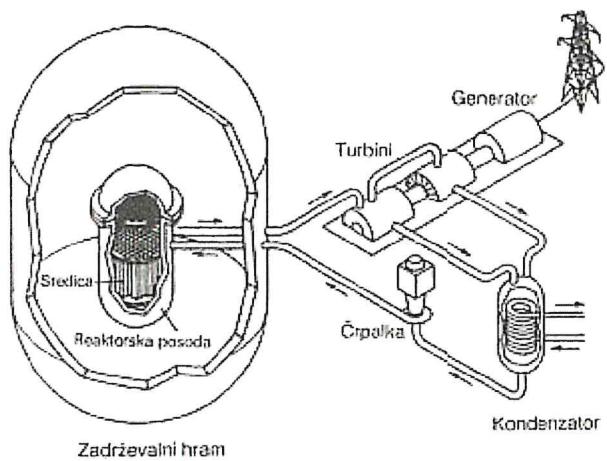
Vir: Dimic 1995, 36

Vrelni reaktor (BWR: Boiling Water Reactor)

Pri vrelnih reaktorjih hladilna voda zavre že ob prehodu skozi sredico. Nastala para poganja turbino, kjer se po opravljenem delu kondenzira in se vrne nazaj v reaktorsko posodo. Takšen reaktor je bolj enostaven v primerjavi s tlačnovodnim. V reaktorski posodi za polovico manjši tlak. Ta tip reaktorjev ima nekaj pomankljivosti (povzeto po Dimic 1995, 37):

- para je radioaktivno onesnažena,
- vlažno paro vodijo naravnost na turbino, kar vpliva na lopatice turbine,
- zahtevnejša je regulacija moči,
- zaradi nižje gostote moči sta sredica in reaktorska posoda večji.

Slika 38: Vrelni reaktor



Vir: Dimic 1995, 37

Glede na rezultate varnostnih analiz NEK predstavljajo vir nevarnosti za okolje predvsem radioaktivne snovi, ki so nakopičene v sredici reaktorja in v izrabljenem gorivu. V manjšem obsegu pa tudi radioaktivne snovi v reaktorskem hladilu, v zbiralniku vode za menjavo goriva, v shranjevalniku za razpad radioaktivnih plinov in radioaktivni odpadki. (Povz. po Nuklearna elektrarna Krško 2012, 2)

1.3 Jедрски објекти

1.3.1 Nuklearna elektrarna Krško

Slika 39: Jедрска elektrarna Krško z desnega brega Save



Vir: Roman Zakšek, 16.02.2013

Jедрско gorivo v Nuklearni elektrarni Krško

»Surovina za jedrsko gorivo je naravni radioaktivni element uran.

Jedrsko gorivo v NEK je v obliki tabletk uranovega dioksida, ki so zložene v gorivnih palicah iz cirkonijeve zlitine. 235 gorivnih palic pa je povezanih v gorivni element. V reaktorju je 121 gorivnih elementov, ki vsebujejo 50 ton urana, od tega je približno 95% izotopa urana 238 in 5% izotopa urana 235. Pri cepitvi urana z nevroni se sprošča energija.

Uranova ruda se kupuje in kemično predeluje v tujini, gorivne elemente za NEK pa sestavlja podjetje Westinghouse iz ZDA.

Pri predelavi uranove rude izkoriščajo veliko topnost urana v kislih in karbonatnih medijih.

Uran se nahaja v zemeljski skorji, kjer je precej razširjen, vendar v zelo majhnih koncentracijah. Uranova ruda se najprej drobi in melje ter odstranjuje jalovina. Uranove minerale raztopljajo v raztopinah kislin (kisl postopek z žveplovo kislino) ali baz (karbonatni postopek z natrijevim karbonatom). Prečiščen koncentrat, ki vsebuje U_3O_8 , se imenuje rumeno pogača.

Uran, ki ga pridobimo iz rude, je potrebno za jedrsko gorivo obogatiti.

Rumeno pogačo je potrebno za izdelavo gorivnih tablet pretvoriti v primernejšo obliko. Običajno se pretvarja v uranov heksafluorid (UF_6), ki je pri normalnih pogojih v trdnem stanju, pri temperaturi 56°C pa v plinastem.

Jedrske elektrarne večinoma uporabljajo obogateno gorivo, ki vsebuje 1 do 5% urana 235. Naravni uran vsebuje le 0,71% tega izotopa. Zato je treba uran obogatiti. Za ločevanje obeh izotopov urana (urana -235 in urana -238) je najbolj primeren uran v plinasti obliki (UF_6). Uran se obogati v procesu plinske difuzije, kjer izkoristijo različno hitrost prehajanja uranovih izotopov 235 in 238 skozi membrane. Postopek ločevanja je potrebno več tisočkrat ponoviti, da dosežejo zahtevano razmerje. Bolj učinkovita metoda ločevanja je plinska centrifuga. V rotirajočih centrifugah se različno težke molekule izotopov urana različno razporejajo. Lažje molekule se zberejo bolj okoli središča cilindrov, kjer jih izčrpajo.

Uran v kovinski obliki ni primeren za gorivo v reaktorju NEK.

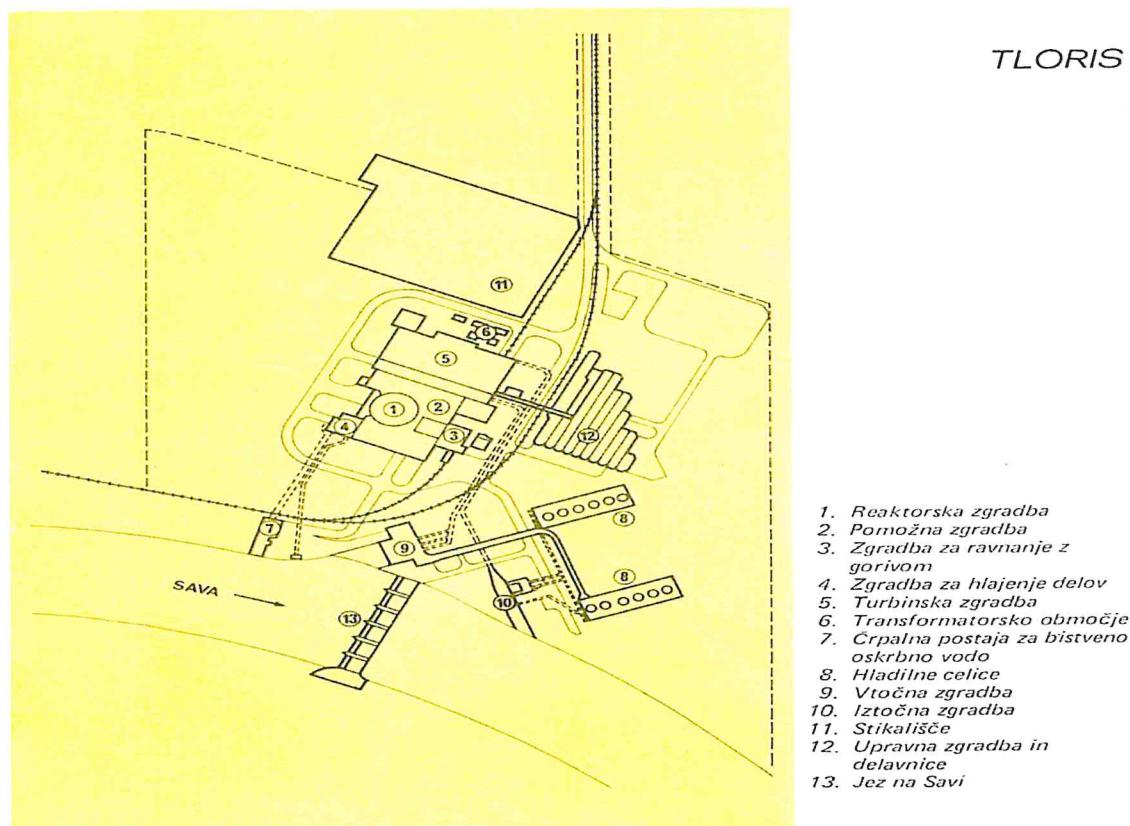
Gorivo v reaktorju mora biti:

- mehansko odporno v širokem temperaturnem območju,
- odporno proti koroziji,
- zadržati mora cepitvene produkte v kristalni rešetki.

Zaradi teh zahtev se za jedrsko gorivo uporablja keramični material uranov dioksid, ki te zahteve izpolnjuje, njegova točka taljenja pa je zelo visoka, in sicer $2880^{\circ}C$.

Obogateni uranov heksafluorid pretvorijo v uranov dioksid v obliki prahu, ga stisnejo v tabletke in termično obdelajo. Tabletke s premerom okoli 8 mm in dolžine 9,8 mm so neprodušno zaprte v cevih gorivnih palic s premerom 9,5 mm.» (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Slika 40: Tloris sistema NEK



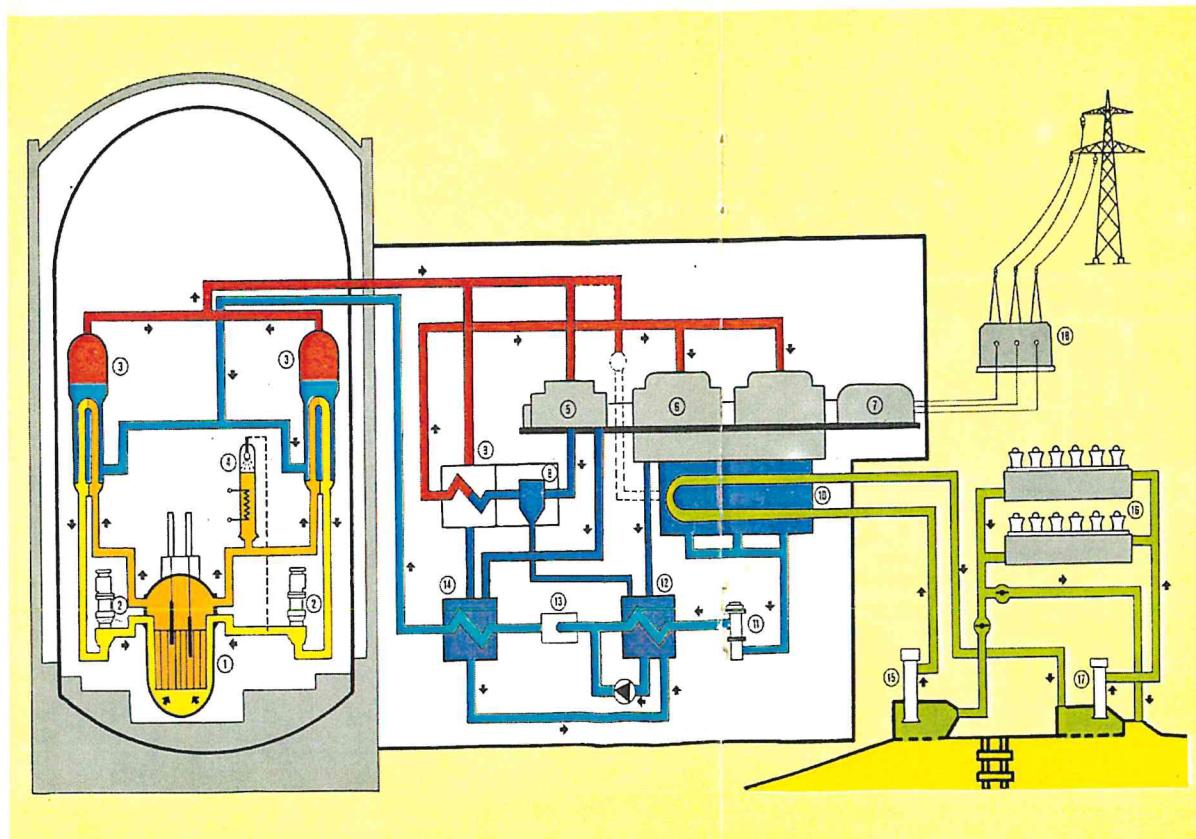
Vir: Nuklearna elektrarna Krško, Milan Čopič, Zdravko Gabrovšek, 1982

Lastništvo in upravljanje NEK

Lastnika NEK sta vsaka v polovičnem deležu GEN energija d.o.o. in Hrvatska elektroprivreda d.d. Upravitelj je NEK d.o.o. Lokacija NEK je na levem bregu Save med Krškim in Brežicam.

Število zaposlenih na ogroženi lokaciji je okoli 630 (<https://www.nek.si/delo-v-nek#izobrazbena-struktura>, 2025, Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane). Neposredno so izpostavljeni nevarnosti vsi prebivalci občin Krško in Brežice ter širše.

Slika 41: Prikaz delovanja sistema NEK



Vir: Nuklearna elektrarna Krško, Milan Čopič, Zdravko Gabrovšek, 1982

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Reaktor | 10. Kondenzatorji |
| 2. Reaktorski črpalki | 11. Črpalka kondenzata |
| 3. Uparjalnika | 12. Nizkotlačni predgrelnik |
| 4. Tlačnik | 13. Napajalne črpalke |
| 5. Visokotlačni del turbine | 14. Visokotlačni predgrelnik |
| 6. Nizkotlačni del turbine | 15. Črpalka hladilne vode |
| 7. Generator električnega toka | 16. Hladilne celice |
| 8. Ločevalnik pare | 17. Črpalke hladilnih celic |
| 9. Predgrelnik pare | 18. Transformator |

Zaščitna betonska zgradba

Nuklearna elektrarna Krško ima jekleni zadrževalni hram, ki ga obdaja zaščitna betonska zgradba. Naloge zaščitne betonske zgradbe so: glavna biološka zaščita, zaščita jeklenega zadrževalnega hrama pred vremenskimi pojavi in zaščita pred puščanjem. Zaščita pred puščanjem je izvedena tako, da je v medprostoru zadrževalnega hrama (med zaščitno betonsko zgradbo in jeklenim zadrževalnim hramom) podtlak. (Povz. po sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 3-19)

»Jekleni zadrževalni hram je projektiran tako, da zadrži energijo in radioaktivne materiale, ki se sprostijo pri predvideni nezgodi z izgubo hladila, in zagotavlja visoko stopnjo tesnosti med

normalnim obratovanjem in nezgodnimi razmerami. Postavljen je tako, da se na nobenem mestu ne dotika sten in stropa zaščitne zgradbe ali njenih notranjih konstrukcij ...« (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 3-20)

Jedrski reaktor

»Jedrski reaktor je naprava, v kateri teče nadzorovana cepitev uranovih ali plutonijevih jeder. Ta reakcija se vzdržuje sama. Reaktor sestavlja (Dimic 1995, 31):

- sredica reaktorja
- moderator
- hladilo
- regulacijske palice«

Jedrski reaktor v Nuklearni elektrarni Krško

»Sredico reaktorja sestavlja mehansko enaki gorivni elementi, ki se razlikujejo po obogativitvi goriva. Hladi in moderira jo lahka voda pri tlaku 15.5 MPa.

Gorivni element je sestavljen iz snopa gorivnih palic in vodil za regulacijske ter druge palice, ki so z ogrodjem povezane v mehansko celoto. Ogrodje na koncih gorivnega elementa omogoča razvrstitev gorivnih elementov v sredico, razporeja tok hladila skozi gorivni element ter omogoča pomik regulacijskega svežnja in vstavljanje instrumentacije v gorivne elemente. Z regulacijskimi palicami se uravnava reaktivnost sredice med obratovanjem in regulira aksialna porazdelitev moči. Gibanje dvižnih drogov teh palic se upravlja s sekvenčnim električnim napajanjem navitij, ki z magnetnimi silami držijo zaskočke v krožnih zarezah drogov. Ob izpadu električnega napajanja regulacijski svežnji prosto padejo v sredico reaktorja.

Notranji deli reaktorja nosijo sredico, razporejajo tok hladila skoznjo, omogočajo regulacijo reaktivnosti sredice in vstavljanje instrumentacije ter ščitijo reaktorsko posodo pred sevanjem.« (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 4-2)

Reaktorska sredica

»Reaktorsko sredico sestavlja 121 gorivnih elementov. Gorivni element tvorijo gorivne palice, spodnja in zgornja šoba, distančniki ter vodila absorpcijskih palic in instrumentacije.« (Čopič in Gabrovšek 1982, 9)

»V sredici reaktorja je jedrsko gorivo, kjer poteka cepitev cepljivega materiala. Pri cepitvi se sprostijo dva ali trije nevroni, s katerimi se lahko dogaja naslednje (Dimic 1995, 31):

- pobegnejo iz sredice reaktorja;
- ujamejo se v gorivu in pri tem ne pride do cepitve (resonančno zajetje);
- ujamejo se v drugih materialih, ki sestavljajo sredico (hladilo, cepitveni produkti, nečistoče v gorivu);
- ob zajetju v uranu 235 povzročijo cepitev. Verjetnost za to reakcijo je 84%.«

Moderator

»Nevtroni, nastali pri cepitvi, imajo zelo različne hitrosti. V poprečju znaša desetino svetlobne hitrosti (energija okoli 2MeV). To so hitri nevroni, ki opravijo večino cepitev v hitrih reaktorjih. Jedra ^{233}U in ^{235}U razcepijo nevroni s poljubno energijo, vendar je verjetnost za cepitev tem večja, čim manjša je hitrost nevrona. Zato je treba nevtrone čim bolj upočasniti (moderirati), za kar skrbi moderator. To je material, ki vsebuje lahke elemente: vodik (voda), devterij (težka voda), berilij ali ogljik (grafit). V ta jedra se hitri nevroni zaletavajo kot biljardne kroglice. Ob vsakem trku se nevronu zmanjša hitrost. Tako nastanejo termični (počasni) nevroni, ki opravijo večino cepitev v termičnih reaktorjih. Za te reaktorje je torej značilno, da imajo moderator, ki je razporen med gorivom, da lahko uspešno opravi moderacijo. Vsi reaktorji, ki

se danes uporablajo za proizvodnjo električne energije, so termični reaktorji.« (Dimic 1995, 32)

»Ob cepitvi fisijskih jeder se sproščajo hitri nevroni. Verjetnost za cepitev urana 235 je tem večja, čim manjša je hitrost nevtrona. Zato je treba nevtrone upočasnititi. Proses upočasnjevanja poteka v moderatorju. Hitri nevroni predvsem s trki na lažjih jedrih elementov moderatorja izgubljajo svojo energijo in se tako upočasnujejo oziroma moderirajo. Hladilna navadna voda v reaktoru NEK ima funkcijo moderatorjev nevtronov.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Hladilo

»Ob cepitvi goriva se sprosti toplota, ki jo je treba odvesti s hladilom. Moč posameznega reaktorja je odvisna od učinkovitosti prenosa toplote. Za hladilo uporabljamo:

- lahko vodo
- težko vodo
- tekočo kovino
- plin (CO₂, He)

Glede na vrsto hladila razlikujemo tri tipe reaktorjev: vodne, plinske in reaktorje s tekočo kovino.« (Dimic 1995, 33):

»Ob cepitvi atomov goriva se sprosti toplota, ki jo je potrebno odvesti s hladilom. V lahkovodnem tlačnem reaktoru je hladilo navadna prečiščena voda, ki ima med drugim dobre toplotne karakteristike in nizko ceno. Reaktorsko hladilo je obenem medij za prenos toplote na sekundarni krog.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Regulacijske palice

»Reaktor je vedno narejen tako, da nastane v sredici več nevtronov, kot se jih izgubi. Pravilno število nevtronov uravnava regulacijske palice, ki močno obsorbirajo nevtrone (kadmij, indij, srebro). Z dviganjem ali spuščanjem regulacijskih palic se uravnava moč reaktorja, ki je sorazmerna številu nastalih nevtronov pri cepitvi goriva. Pri tem nastopajo naslednji primeri (Dimic 1995, 33):

- vzdrževanje enakega števila nevtronov (število cepitev): moč je konstantna,
- povečanje aborpcije, število nevtronov se zmanjšuje: moč upada,
- zmanjšanje absorpcije, število nevtronov narašča: moč narašča.«

Regulacijske palice v Nuklearni elektrarni Krško

»Regulacijske palice so iz zlitine srebra, indija in kadmija. 20 palic je povezanih v enoten regulacijski snop. Vseh snopov je 33.« (Dimic 1995, 68)

»Delovanje reaktorja njenostavneje uravnavamo tako, da vplivamo na absorpcijo nevtronov. S spremenjanjem absorpcije nevtronov vplivamo na število nevtronov v sredici in s tem na delovanje oziroma moč reaktorja. To lahko dosežemo s spremenjanjem koncentracije bora v primarnem hladilu ali z regulacijskimi palicami, ki jih spuščamo ali dvigujemo iz sredice. Bor in kontrolne palice, ki vsebujejo srebro, indij in kadmij, so namreč močni absorberji termičnih nevtronov.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Pogonski mehanizem regulacijskih palic v Nuklearni elektrarni Krško

»Regulacijske palice pomikajo s koračnim magnetnim dvigalom. Sestavlja ga tlačno ohišje, delovne tuljave, sklopke, tuljave indikatorja položaja in dvižni drog. Tlačno ohišje je pritrjeno na adapter, privaren na glavo reaktorske posode, in ga obdajajo tri delovne tuljave. Znotraj

tlačnega ohišja so nameščene sklopke, s pomočjo katerih lahko dvižni drog korakoma premikajo ali ga – ob zaustavitvi – spustijo. Dvižna jedra sklopk se aktivirajo pod vplivom magnetnih polj, ki jih ustvarajo v pravilnem zaporedju napajalne delovne tuljave. V normalnih stanjih reaktorja drži pogonski mehanizem regulacijske palice v izbranem položaju s tem, da je napajana le ena tuljava. Ob prekinitvi napajanja le-te se zaskočke umaknejo iz krožnih žlebov v dvižnem drogu in regulacijski sveženj zaradi sile teže pade v sredico.« (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 4-8)

Reaktorska posoda v Nuklearni elektrarni Krško in njeno delovanje

»NEK je opremljena z ameriškim Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem. Energija, ki se sprošča ob cepitvi jeder v gorivnih elementih, segreva primarno hladilo – navadno prečiščeno vodo. Ta kroži v zaprtem primarnem krogu, ki ga poleg reaktorja sestavlja uparjalnika, reaktorski črpalki, tlačnik in cevovodi. Ker je voda v primarnem krogu pod tlakom, se kljub visoki temperaturi ne upari. Primarno hladilo preko sten cevi uparjalnika prenese toploto sekundarni vodi in jo upari. Para za pogon turbine nastaja v uparjalniku – izmenjalniku toplotne med primarnim in sekundarnim krogom. (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

»V reaktorski posodi z višino 11,9 m in zunanjim premerom 3,69 m so sredica z gorivom, regulacijske palice, toplotni štit in deli za usmerjanje pretoka hladila. Posoda je valjaste oblike, polkrožno dno je privarjeno, pokrov pa privijačen na prirobnico. Cevovodi, ki so privarjeni na vstopno in izstopno šobo tlačne posode, jo povezujejo s sistemom reaktorskega hladila. Zunanja površina je toplotno izolirana s ploščami iz nerjaveče jeklene pločevine. Hladilo vstopa v reaktorsko posodo skozi šobo, teče navzdol med steno reaktorske posode in plaščem sredice in se nato dvigne skozi sredico, kjer se ogreje. Ogreta voda zapusti reaktor skozi izstopno šobo.« (Dimic 1995, 67)

Jedrski reaktor poleg reaktorske posode sestavljajo še sredica reaktorja, voda, ki je moderator in hladilo ter regulacijske palice. (Povzeto po <http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

»Sredica v NEK je sestavljena iz 121 gorivnih elementov. Nekateri gorivni elementi vsebujejo gorljive nevtronske absorberje, 33 gorivnih elementov pa vsebuje nevtronske absorbcijske palice, ki so med obratovanjem izvlečene. V sredici poteka cepitev jeder. Pri cepitvi nastanejo od dva do trije nevroni. Od nevronov, nastalih pri cepitvi, samo eden v poprečju cepi novo fizijsko jedro, preostali pa pobegnejo iz sredice reaktorja ali pa se ujamejo v gorivu, kjer lahko tvorijo nova cepljiva jedra. (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

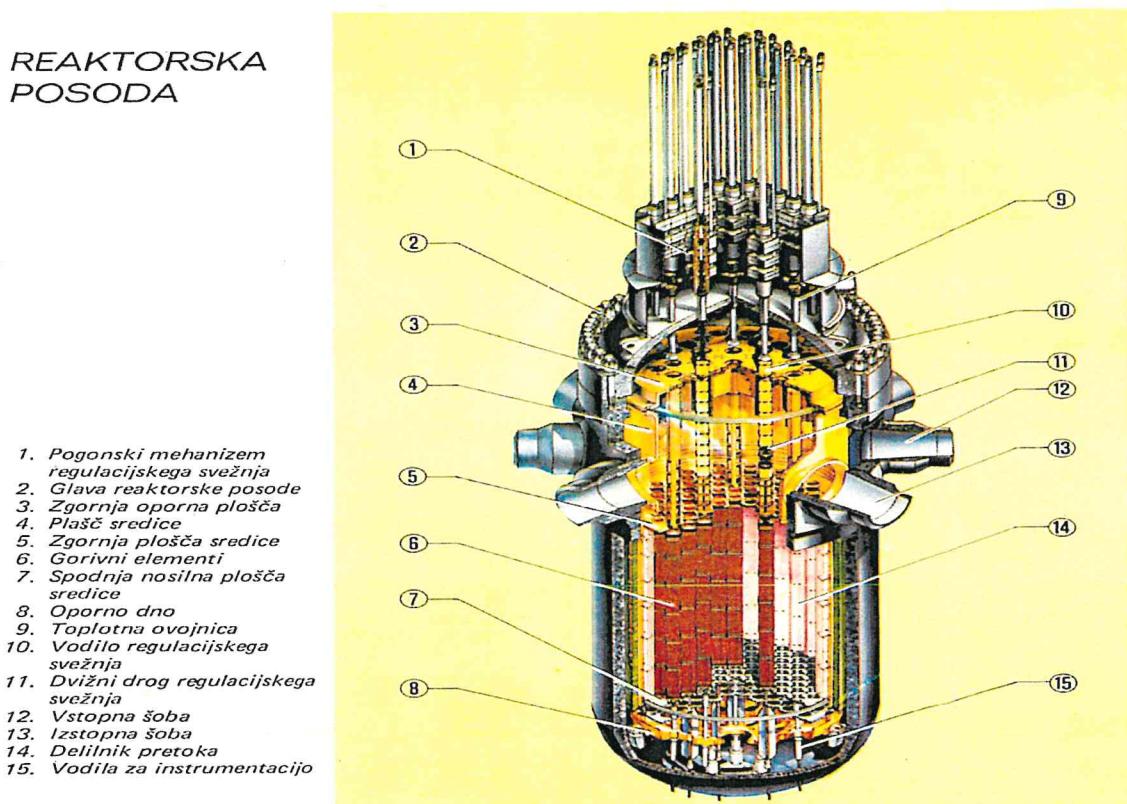
»Sredica reaktorja s premerom 2,45 m je urejen sestav mehansko enakih gorivnih svežnjev (elementov), ki se razločujejo po obogatitvi goriva in razporeditvi absorberjev. Gorivni sveženj je sestavljen iz snopa gorivnih palic, ki jih je 235 in iz 21 vodil za regulacijske in druge palice, ki so postavljene v kvadratni rešetki (16 X 16 palic in vodil). Gorivno palico dolžine 3,66 m sestavljajo keramične tablete UO₂ s premerom 8,2 mm, nanizane v srajčki iz cirkonijeve zlitine. Najvišja temperatura v gorivu pri polni moči je pod 1900°C. Obogatitev goriva je od 2,1 do 4,3 utežnih odstotkov U-235. V sredici je 121 gorivnih svežnjev oziroma 28.435 gorivnih palic s skupno maso urana 48,7 t. Vsako leto zamenjajo (pri 7000 obratovalnih urah) 25 do 30% urana. Izrabljene gorivne svežnje začasno uskladiščijo v bazenu za izrabljeno gorivo, ki je napolnjen z vodo.« (Dimic 1995, 67)

»Projektno osnovo reaktorske posode tvorijo vse zahteve, ki morajo biti izpolnjene, da v normalnih razmerah reaktor varno obratuje, v nezgodnih pa sta zagotovljena zaustavitev in zasilno hlajenje sredice.

Spodnje nosilno ogrodje sestavlja plašč sredice in termični ščit ter vsi deli, ki nosijo sredico in razporejajo tok hladila skozi. Teža sredice in vse zakasnele obremenitve se prenašajo s spodnje nosilne plošče na plašč sredice, le-ta pa visi zgoraj na prirobnici reaktorske posode. Spodaj omejujejo njegove premike v radialni smeri vodila, privarjena na steni reaktorske posode.

Zgornje nosilno ogrodje sredice je sestavljeno iz zgornjega opornega ogrodja in zgornje nosilne plošče sredice, med njima pa so nosilni stebri ter vodila regulacijskih palic in instrumentacije. Kabli termočlenov so speljani do sredice skozi odprtine v glavi reaktorske posode, sonde za merjenje nevtronskega fluksa pa skozi dno reaktorske posode.« (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 4-6)

Slika 42: Reaktorska posoda



Vir: Nuklearna elektrarna Krško, Milan Čopič, Zdravko Gabrovšek, 1982

Opis sestave gorivnega elementa

»Vsak gorivni element je sestavljen iz snopa gorivnih palic (235) in vodil (21), povezanih s primernim ogrodjem. To ogrodje omogoča tudi razvrstitev elementov v sredico. Gorivni elementi stojijo na spodnji nosilni plošči, pri vrhu pa jih držijo oporni elementi zgornje nosilne plošče sredice.« (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 4-3)

»Gorivni element sestavlja snop 235 gorivnih palic, 20 vodil nevtronskih absorberjev in eno vodilo nuklearne instrumentacije. Snop je povezan z 8 distančnimi rešetkami ter zgornjo in spodnjo šobo, ki omogočata enostavno upravljanje in rokovanie z elementi. Nevtronski absorberji za kontrolo reaktivnosti in moči reaktorja se imenujejo kontrolne palice. V reaktorju NEK je 33 kontrolnih palic, ki so na polni moči obratovanja elektrarne izvlečene. (www.nek.si, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

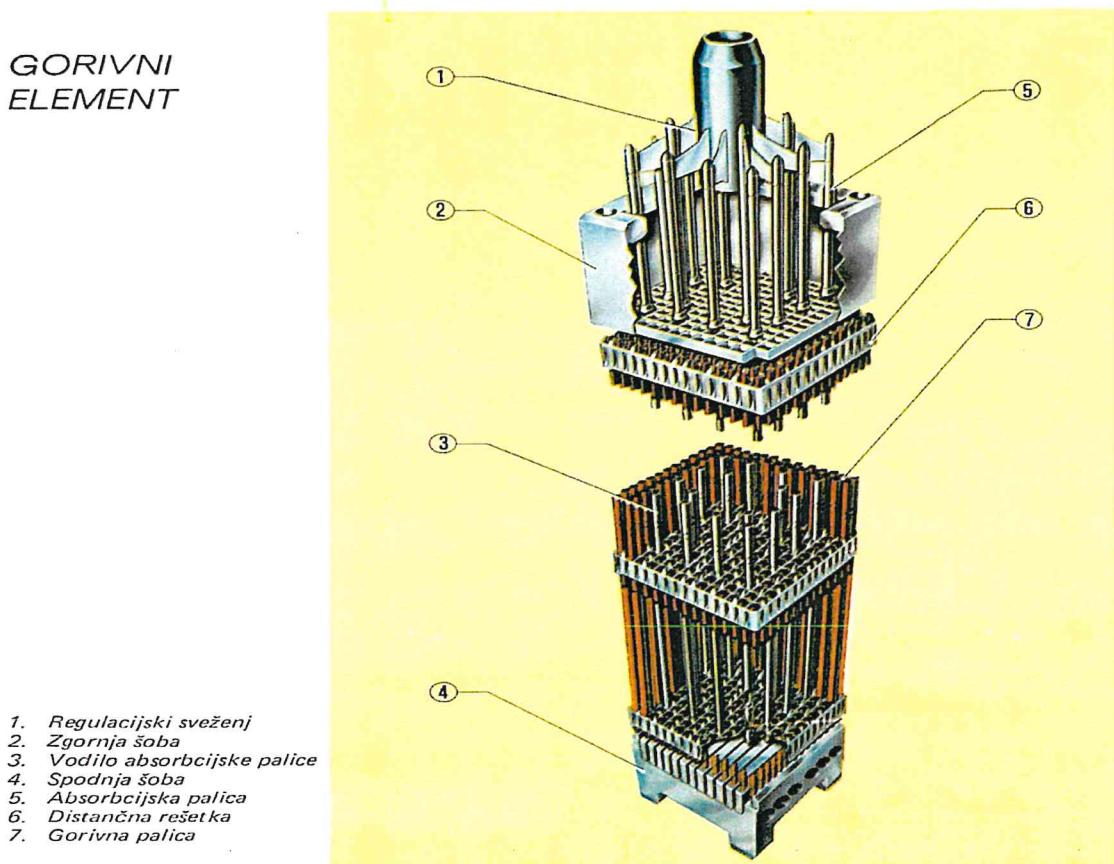
»Spodnja šoba gorivnega elementa prenaša njegovo težo in druge osne obremenitve na spodnjo nosilno ploščo ter usmerja tok hladila skozi gorivni element. Segreta voda odteka skozi

gornjo šobo, ki delno ščiti tudi regulacijski sveženj in zakasnele vstavljive dele gorivnega elementa.

Vodila za regulacijske palice so pripojena za hiter spust le-teh v sredico. Eno vodilo pa je v vsakem elementu namenjeno za vstavljanje instrumentacije.

Distančne rešetke vzdolž gorivnega elementa dajejo palicam in vodilom oporo ter vzdržujejo potrebne razmike med njimi. Taka konstrukcija omogoča vzdolžni raztezek gorivnih palic, omejuje pa njihov upogib.« (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 4-4)

Slika 43: Gorivni element



Vir: Nuklearna elektrarna Krško, Milan Čopič, Zdravko Gabrovšek, 1982

Opis gorivne palice

»V kakšni obliki mora biti uran v reaktorju? Najbolj enostavno bi bilo imeti v njem kovinski uran, ki pa ni primeren. Pri pogojih v reaktorju se strukturno in dimenzijsko spreminja, poleg tega pa ima nizko tališče (1133°C). Zato uporabljajo razne uranove spojine kot npr. uranov dioksid (UO_2), ki so stabilne do okoli 2800°C . Poleg temperaturne stabilnosti mora biti gorivo tudi:

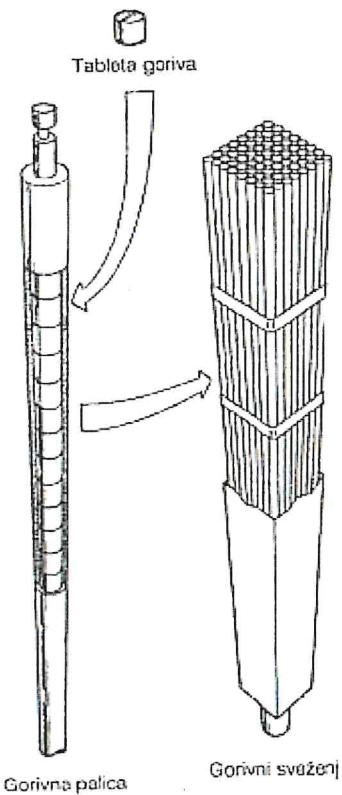
- mehansko odporno v širokem temperaturnem območju,
- odporno proti koroziji,
- zadrževati mora cepitvene produkte v kristalni rešetki,
- sevanje ne sme povzročiti prevelikih poškodb.

Zaradi teh zahtev uporabljajo za gorivo le keramični material, ki ga dobijo s stiskanjem prahu (UO_2) pri visoki temperaturi (sintranje). S tem se doseže visoka gostota in trdnost keramike. Iz nje izdelujejo tablete s premerom okoli 0,8 cm in z dolžino do 1,5 cm, ki jih vstavljajo v od 3,5 do 5 m dolgo nepredušno zaprto cev (srajčka) iz cirkonijeve zlitine (Zircaloy) ali nerjavnega jekla. Srajčka debeline okoli 0,6 mm zadržuje cepitvene produkte in ščiti pred korozijo. Keramična tabletta zadrži večino cepitvenih produktov, plinasti pa difundirajo iz nje. Notranjost

gorivne palice je napolnjena s helijem pod tlakom, ki preprečuje deformacije srajčke zaradi obratovalnih razmer v reaktorju.« (Dimic 1995, 34)

Gorivno palico tvorijo keramične tablete, nanizane v srajčki iz zircaloya-4, ki je na koncih zavarjena. Oblika in dimenzijs tablet oziroma srajčke so izbrane tako, da v srajčki ne pride do prevelikih napetosti zaradi sproščenih fizijskih plinov, različnih topotnih raztezkov in nabrekanja goriva. Da se ohrani integriteta goriva v reaktorju in zmanjša deformacija srajčke pod vplivom tlaka hladila med obratovanjem, so gorivne palice napolnjene s helijem pod tlakom. (Sodelavci Nuklearne elektrarne Krško 1993, 4)

Slika 44: Gorivna palica in gorivni sveženj



Vir: Dimic 1995, 35

Sistem reaktorskega hladila v NEK

»Toplotna moč reaktorja pri polni obremenitvi je 1876 MW. Glavna naloga sistema reaktorskega hladila je odvajanje toplotne iz sredice.

Sistem reaktorskega hladila sestavlja dve vzporedni zanki za prenos toplotne iz sredice v sekundarni sistem. Demineralizirana voda rabi kot reaktorsko hladilo, moderator in reflektor nevronov ter topilo borove kisline za kemično uravnavanje reaktivnosti.

Glavni deli sistema reaktorskega hladila so:

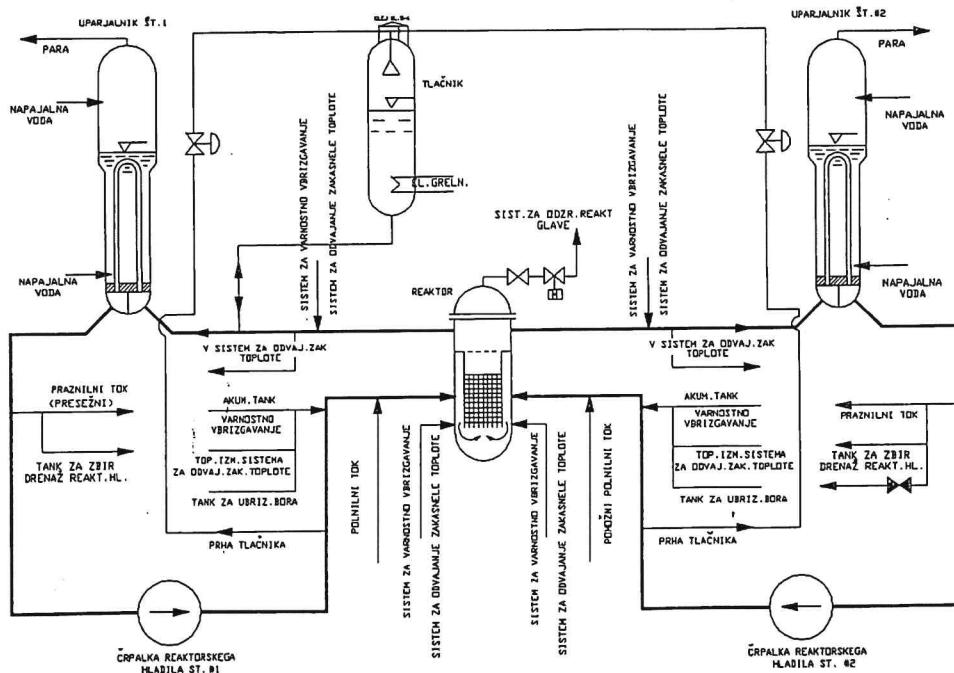
- reaktorska posoda,
- dve črpalki reaktorskega hladila,
- dva uparjalnika,
- cevovodni sistem,
- tlačnik.

Med obratovanjem elektrarne dve centrifugalni črpalki potiskata vodo skozi hladilni sistem. Pretok vode je 8967 kg/sek. Pri prehodu skozi reaktorsko posodo se voda z vstopno temperaturo 287°C pri polni moči segreje za 36°C . Zato je izstopna temperatura vode iz sredice 324°C pri obratovalnem tlaku 157 barov. Segreto vodo poženeta črpalki po ceveh s premerom

74 cm v uparjalniku, kjer odda del toplotne vodi sekundarnega sistema, ki se pri tem uparja. Ohlajena voda se nato vrača v reaktorsko posodo.« (Dimic 1995, 70)

Kot posledica izvedb projekta posodobitve leta 2000 in kasnejših modifikacij elektrarne je toplotna moč reaktorja 1994 MW in ne več 1876 MW, pretok vode pa je 9220 kg/s in ne 8967 kg/s. (Povz. po NEK 2013, 1)

Slika 45: Shema sistema reaktorskega hladila



Slika 5-1: Shema sistema reaktorskega hladila

Vir: Nuklearna elektrarna Krško 1993, 5-31

»Ob morebitnih nezgodah, pri katerih odpove sistem reaktorskega hladila, se vključi sistem za zasilno hlajenje sredice, ki dobavlja dodatne količine vode.« (Dimic 1995, 71)

»JE Krško (tlačnovodni reaktor) deluje na principu dveh zaprtih krogov tako, da reaktorsko hladilo ne prihaja v stik s pregreto paro, ki poganja turbino. V sekundarnem krogu (parni sistem, turbogenerator, kondenzacijski in napajalni sistem) kroži demineralizirana voda, ki se uparja v uparjalniku. Po koncu dela se kondenzira v štiridelnem kondenzatorju, napajalne črpalke pa vračajo kondenzat skoz grelnike v uparjalnik.« (Dimic 1995, 73)

Uparjalnik

»Uparjalnika sta izmenjevalnika toplote z navpičnimi cevmi v obliki narobe obrnjene črke U. Reaktorsko hladilo teče skozi cevi s premerom 1,7 cm ter vstopa in izstopa na spodnjem delu uparjalnika. Para se ustvarja med cevmi in potuje navzgor skozi izločevalnik vlage in prek sušilnika pare na izhodni parovod. Število cevi v uparjalniku je 4674, celotna površina prenosa toplote pa je 4460 m².« (Dimic 1995, 70)

Kot posledica izvedb projekta posodobitve leta 2000 in kasnejših modifikacij elektrarne je število cevi v uparjalniku 5428 in ne več 4674, celotna površina prenosa toplote pa 7177 in ne več 4460 m². (Povz. po NEK 2013, 1)

»V kondenzatorju toploto odvede hladilna voda, vzeta iz Save nad pretočnim jezom. Kapljevina, očiščena v sistemu za prečiščevanje kondenzata, se nato vrača v uparjalnik s pomočjo treh črpalk kondenzata.

Hladilna voda kondenzatorja se pri rečnih pretokih, večjih od $100 \text{ m}^3/\text{s}$, vrača iz kondenzatorja naravnost v reko. Pri nižjih pretokih pa vključijo hladilne stolpe in del hladilne vode skoznje vračajo v kondenzator, tako da pri najmanjšem pretoku odvzamejo le $10 \text{ m}^3/\text{s}$ vode iz Save. Temperatura vode Save lahko po mešanju s hladilno vodo naraste največ za 3°C in ne sme preseči 28°C .« (Dimic 1995, 74)

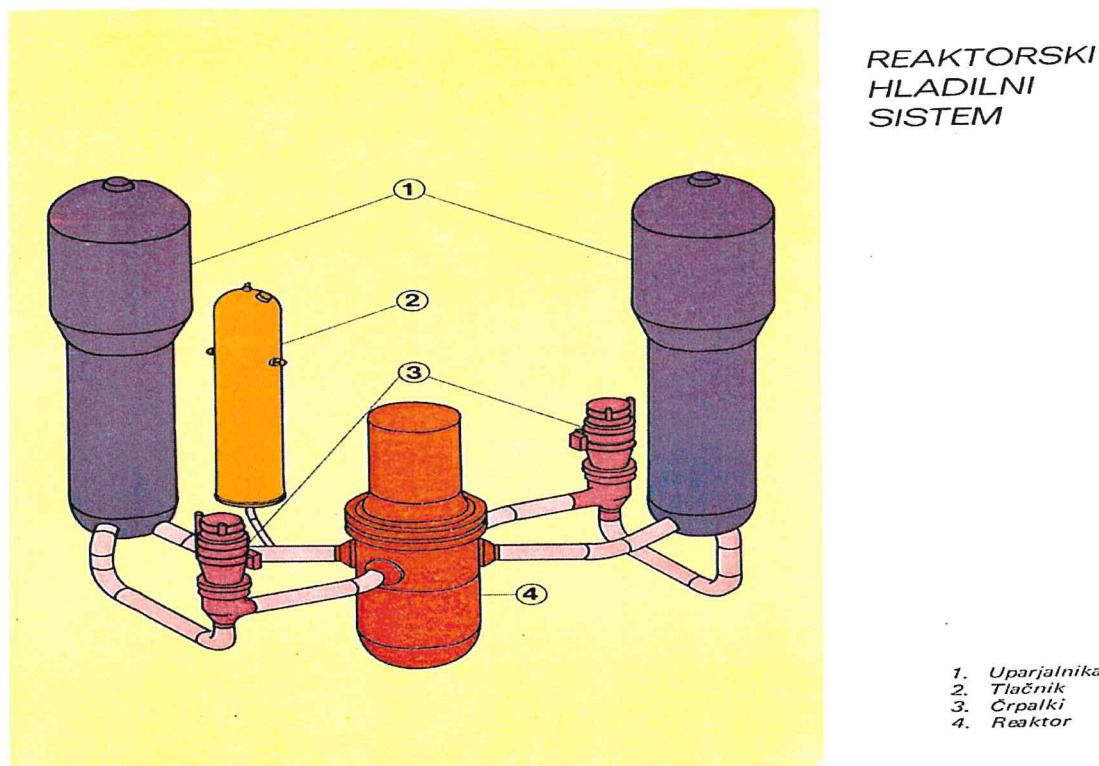
Tlačnik

»Tlačnik vzdržuje tlak v sistemu reaktorskega hladila. V njem segrevajo vodo električni grelci, paro pa kondenzira pršni sistem in s tem preprečuje porast tlaka nad določeno vrednost. Med obratovanjem reaktorja se namreč pojavljajo spremembe prostornine in tlaka hladila zaradi sprememb obremenitve, kar vpliva na temperaturo in gostoto hladila.« (Dimic 1995, 71)

Borova kislina

Poleg uporabe regulacijskih palic regulirajo reaktivnost sredice tudi s spreminjanjem koncentracije borove kisline, ki je raztopljena v hladilni vodi. Z njo nadzorujejo le počasne spremembe reaktivnosti, ki se pojavljajo zaradi izgorevanja goriva in nabiranja cepitvenih produktov (samarij in ksenon). Bor namreč močno obsorbira termične neutrone in zato neposredno vpliva na hitrost verižne reakcije. (povzeto po Dimic 1995, 68)

Slika 46: Reaktorski hladilni sistem



Vir: Nuklearna elektrarna Krško, Milan Čopič, Zdravko Gabrovšek, 1982

Instrumentacija in regulacija v NEK

»Sistemi instrumentacije in regulacije so razdeljeni v štiri osnovne enote:

- regulacija moči reaktorja,
- regulacija tlaka,
- regulacija nivoja v tlačniku,
- regulacija nivoja v uparjalniku.

Ti sistemi so glede regulacije precej zahtevni, saj je treba nadzorovati in regulirati veliko fizikalnih veličin, ki so med seboj odvisne.

Naloga sistemov instrumentacije in regulacije jedrskega reaktorja je uravnavati toplotno moč reaktorja tako, da pridobivanje pare ustreza zahtevam turbine in generatorja. Električna moč je sorazmerna količini pare, ki vstopa v visokotlačni del turbine. Poleg tega mora biti zagotovljeno tudi varno obratovanje reaktorja. Sistemi so projektirani za avtomatsko regulacijo moči reaktorja v področju od 15 do 100% nazivne moči. Do 15% obremenitve pa se z reaktorjem upravlja ročno.

Naloga regulacijskega sistema je s kontrolnimi palicami vzdrževati programirano poprečno temperaturo reaktorskega hladila v mejah od $291,7^{\circ}\text{C}$ do 306°C z odkloni $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Kadar gre za majhna nihanja obremenitve, reaktor samodejno, brez posredovanja regulacijskega sistema, uravnava temperaturo hladila.

Naloga sistema instrumentacije in regulacije je krmili reaktor tako, da pridobivanje pare ustreza zahtevam turbine in generatorja ter da je zagotovljeno varno obratovanje sistema za pridobivanje pare.

JE Krško ima tudi varovalni sistem reaktorja, ki preprečuje njegovo delovanje zunaj varnega območja. Deluje tako, da reaktor avtomatično ugasne, ko so prekoračeni določeni vnaprej predpisani parametri. Območje varnega obratovanja določajo moč in mehansko-hidravlični ter toplotni parametri: tlaki, temperature, pretoki, gladina kapljevine v tlačniku in uparjalnikih, ipd. Parametre vseh regulacijskih sistemov nadzorujejo tipala, ki so povezana z analognimi vezji. Merilni kanal vsakega parametra ima dve do štiri enake veje, da je zagotovljena redundanca (podvojenost, potrojenost) signalov. Za ustavitev reaktorja morajo priti sočasni signali iz več vej. Vse te informacije se stekajo in prepletajo v komandni sobi, od koder operatorji nadzorujejo in vodijo pridobivanje električne energije in varnostne sisteme elektrarne.

(Dimic 1995, 72)

Turbina in generator v NEK

»Turbina je sestavljena iz enega visokotlačnega in dveh nizkotlačnih delov. Skozi turbino, ki se vrta s 1500 obrati na minuto, steče vsako sekundo 1030 kg pare z vstopno temperaturo 275°C . Tlak pare se v visokotlačnem delu turbine zniža do tlaka 8,1 bar (0,8MPa), nato pa še v dveh nizkotlačnih delih do kondenzacijskega tlaka (0,05 bar ali 5 kPa). V kondenzatorju toploto odvede hladilna voda, vzeta iz Save nad pretočnim jezom. Kapljevina, očiščena v sistemu za prečiščevanje kondenzata, se nato vrača v uparjalnik s pomočjo treh črpalk kondenzata.« (Dimic 1995, 74)

»Turbina je neposredno spojena na trofazni sinhroni generator z močjo 813 MVA in napetostjo 21 kV. Stator generatorja hladi voda, rotor pa vodik. Napetost 21 kV transformirajo z dvema transformatorjema na 380 kV. Na ta dva transformatorja je priključen daljnovid. Napetost 6,3 kV napaja vse porabnike v JE Krško. Za varnost pomembne naprave dobijo ob izpadu jedrske elektrarne ter hkratnem razpadu 380 kV in 110 kV omrežja potrebno električno energijo za lastno rabo iz dveh dizelskih električnih agregatov.« (Dimic 1995, 75)

Kot posledica izvedb projekta posodobitve leta 2000 in kasnejših modifikacij elektrarne, steče skozi turbino elektrarne vsako sekundo 1090 kg pare z vstopno temperaturo 278°C in ne 1030 kg z vstopno temperaturo 275°C , potrebna električna energija za lastno rabo pa se zagotavlja iz treh dizelskih agregatov in ne iz dveh. (Povz. po NEK 2013, 2)

Kontrolna soba

»Kontrolna soba je centralno mesto nadzora tehnoloških parametrov in krmiljenja opreme. V kontrolni sobi se zbirajo in obdelujejo tehnološki kazalci, ki so odločilni za razumevanje obratovalnega stanja opreme in celotne elektrarne. Kontrolna soba je centralni informacijski prostor, iz katerega operaterji nadzorujejo tehnološki proces in vzpostavljajo želeno stanje elektrarne.

Nadzor verižne reakcije reaktorja, zagotavljanje hladilnih pogojev reaktorja in nadzor stanja varnostnih sistemov ima najvišjo prioriteto. Odločitve operaterjev temeljijo na celovitem informacijskem sistemu kontrolne sobe. Pri tem ima ustreznar računalniška obdelava podatkov pomembno vlogo, saj preko številnih menijev omogoča najprimernejši prikaz informacij o določenem obratovalnem stanju.

Operatorska posadka iz kontrolne sobe krmili naprave in sistemske sklope in tako po potrebi spreminja obratovalna stanja, zagotavlja varnost in stabilnost obratovanja. Temeljne varnostne funkcije so avtomatizirane in potekajo brez poseganja operaterjev.

Posadka operaterjev v kontrolni sobi zagotavlja varno in stabilno obratovanje elektrarne na temelju doslednega spoštovanja kodeksa varnostne etike, pisnih omejitev in obratovalnih postopkov.

- Varnost obratovanja je najvišja prioriteta,
- sprejemajo se premišljene in konzervativne odločitve,
- odstopanja od projektiranih stanj se takoj in dosledno odpravljajo,
- dela se izvajajo skladno z upravnimi omejitvami in postopki,
- pomembne informacije operaterji dosledno medsebojno izmenjujejo,
- operaterji se sistematično usposabljamjo ob najsodobnejših pripomočkih,
- vse delovne aktivnosti v tehnološkem delu elektrarne mora odobriti vodja izmene.«
(<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Pretočni jez

Pretočni jez na reki Savi zagotavlja zadostno višino vode ob vseh vodostajih. Izliv hladilne vode je dolvodno od pretočnega jeza.

Cepitev jedra in jedrska verižna reakcija

»Jedra težjih elementov, kot je uran, se , če jim dovedemo energijo, lahko razcepijo na dve jedri lažjih elementov. Med cepitvijo se del mase pretvori v energijo.

Produkt cepitve je tudi radioaktivno sevanje. Pri cepitvi nastala jedra so namreč radioaktivna, ki razpadajo predvsem z izsevanjem beta in gama žarkov.

Največji delež vseh cepitev predstavljajo cepitve urana 235, ki jih spodbudimo tako, da mu z absorpcijo nevtrona dovedemo energijo. Vzbujeno uranovo jedro se z veliko verjetnostjo razcepi. Kot produkt cepitve nastaneta dve srednji težki jedri (razcepki) in v povprečju dva do trije hitri nevroni. Ob cepitvi atoma urana se sprosti 200 MeV energije, kar pomeni, da je v gorivni tabletki toliko kalorične vrednosti kot v toni premoga.

Temeljni princip jedrske verižne reakcije je dokaj preprost. Atom urana 235 absorbira nevron, ki povzroči njegovo cepitev. Pri cepitvi se sprosti energija in v povprečju približno 2,5 novih nevronov, ki lahko sprožijo nove cepitve. Procesu pravimo jedrska verižna reakcija. V reaktorju proces jedrske verižne reakcije nadzorujemo, saj od 2,5 novonastalih nevronov pri cepitvi v povprečju samo eden povzroči novo cepitev urana 235. V reaktorju torej poteka nadzorovana jedrska verižna reakcija.

Pri cepitvi nastaneta dve vrsti nevronov: takojšnji in zakasneli nevroni. Takojšnji nevroni se sprostijo neposredno ob cepitvi. Zakasneli nevroni se sprostijo zakasnjeno glede na čas cepitve in sicer šele po razpadu nekaterih razcepkov oziroma njihovih potomcev. Čeprav zakasnjeni nevroni predstavljajo le majhen del – 0,65 % vseh sproščenih nevronov, imajo odločilno vlogo pri krmiljenju reaktorja.

Vsi razcepki in večina njihovih potomcev so radioaktivni in razpadajo. V povprečju so do končnega stabilnega izotopa potrebni 3 do 4 radioaktivni razpadi. Večinoma gre za beta in gama razpade, pri čemer se izsevajo beta ozziroma gama žarki. Energijo, ki se sprošča pri teh razpadih, imenujemo zakasnela toplota.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Sistemi in delovanje NEK

»NEK deluje podobno kot klasična termoelektrarna na fosilna goriva, vendar izvor toplote ni gojenje premoga ali plina, temveč se toplota sprošča ob cepitvi uranovih jeder v reaktorju. Reaktor sestavlja reaktorska posoda z gorivnimi elementi, ki tvorijo sredico. Skozi reaktor kroži prečiščena navadna voda pod tlakom, ki odvaja sproščeno toploto v uparjalnika. V uparjalnikih nastaja para, ki poganja turbino, ta pa električni generator. Vsa oprema reaktorja in pripadajočega primarnega hladilnega kroga se nahaja v reaktorski zgradbi, ki ji zaradi njene funkcije pravimo tudi zadrževalni hram.«

Reaktorska posoda, v kateri so gorivni elementi, je med obratovanjem zaprta. Za načrtovano menjavo goriva je potrebno elektrarno zaustaviti. Obdobje med dvema menjavama goriva imenujemo gorivni ciklus, ki v NEK traja 18 mesecev. Po zaključku vsakega gorivnega ciklusa se izrabljeni gorivni elementi nadomestijo s svežimi.

Tehnološki del jedrske elektrarne je razdeljen v tri osnovne termodinamične sklope sistemov:

- primarni sistemi,*
- sekundarni sistemi,*
- terciarni sistemi.*

Ker v vseh treh sklopih sistemov, ki so med seboj ločeni, kroži voda, jih lahko zaradi lažjega razumevanja poimenujemo tudi krogi. Prva dva kroga sta sklenjena, tretji pa je, ker za ohlajanje pare uporabljamo savsko vodo, povezan z okoljem.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Primarni krog

»Primarni krog sestavlja: reaktor, uparjalnika, reaktorski črpalki, tlačnik in cevovodi. Toplotu, ki se sprošča v sredici reaktorja, segreva vodo, ki kroži v primarnem krogu. Topota vode se preko sten cevi v uparjalnikih prenese na vodo sekundarnega kroga.«

Kroženje vode v primarnem krogu omogočata reaktorski črpalki. Tlačnik vzdržuje tlak v primarnem krogu in preprečuje vrenje vode v sredici.

Vse komponente primarnega kroga so nameščene v zadrževalnem hramu, ki ima nalogo, da tudi v primeru nezgode izolira primarni sistem od okolja.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Sekundarni krog

»Sekundarni krog sestavlja: uparjalnika, turbine, generator, kondenzator, napajalne črpalke in cevovodi.

Uparjalnika sta v bistvu parna kotla, v katerih iz vode sekundarnega kroga nastaja para, ki odteka v turbino. V turbini se energija pare pretvarja v mehansko energijo.

To energijo generator pretvori v električno energijo in jo preko transformatorjev oddaja v elektroenergetsko omrežje.

Izrabljena para iz turbine odteka v kondenzator, kjer se v stiku s hladnimi cevmi kondenzatorja spremeni v vodo.

Napajalne črpalke potiskajo vodo iz kondenzatorja nazaj v uparjalnik, kjer ponovno nastaja para.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Terciarni krog

»*Terciarni krog sestavlja: kondenzator, hladilne črpalke, hladilna stolpa in cevovodi. Terciarni krog je namenjen odvajjanju toplote, ki je ni mogoče koristno izrabiti za proizvodnjo električne energije in je potreben za hlajenje kondenzatorja.*

Hladilne črpalke potiskajo savsko vodo v kondenzator ter vračajo v Savo. Pri pretoku skozi kondenzator se savska voda segreje, ker sprejme toploto izrabljene pare.

Ker segrevanje savske vode lahko vpliva na biološke lastnosti reke Save, upravne omejitve določajo dovoljen prirastek temperature in delež odvzetega pretoka. V primeru neugodnih vremenskih razmer se uporabljajo hladilni stolpi. V izjemno neugodnih vremenskih razmerah je treba znižati moč elektrarne.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Onesnaževanje okolia ob normalnem delovanju NEK

»*Za obdelavo odpadnih radioaktivnih plinov sta v elektrarni dva vzporedna zaprta kroga s kompresorjem in katalitsko sežigno pečjo za vodik ter šest zbiralnikov za razpad in zadrževanje komprimiranih razcepnih plinov. Štirje zbiralniki plinov se uporabljajo med rednim obratovanjem elektrarne, dva pa pri ugasnjennem reaktorju. Zmogljivost zbiralnikov zadostuje za več kot enomesecno zadrževanje plina. V tem času večina kratkoživih razcepnih plinov razpade, preostali plini pa gredo ob ugodnih meteoroloških prilikah v ozračje. Avtomatski merilniki radioaktivnosti v ventilacijskem jašku preprečujejo nenadzorovano izpuščanje, kadar je koncentracija radioaktivnih plinov večja od dovoljene.*

Tekoče radioaktivne odpadke čisti čistilna naprava, ki je sestavljena iz rezervoarjev, črpalk, filterov, izparilnika in dveh demineralizatorjev. Posebej se čisti kalužna voda iz uparjalnikov. Radioaktivnost izpuščene vode v reko Savo je znatno nižja od dovoljenih maksimalnih vrednosti.« (Čopič in Gabrovšek 1982, 14)

Uprava NEK pošlje vsako leto županu občine Brežice poročilo o nadzoru radioaktivnosti v okolini NEK za preteklo leto z namenom ovrednotenja direktnega in indirektnega obseva malih količin radioaktivnih snovi, ki jih v zrak in vodo med delovanjem izpušča NEK.

Meritve zunanjega sevanja opravljajo z elektronskimi merilniki hitrosti doze in s pasivnimi termoluminisčnimi dozimetri. Radioaktivnost v zraku merijo in določajo iz vzorcev, ki jih dobijo s črpanjem zraka skozi aerosolne filtre in filtre, ki zadržijo jod iz zraka ter iz deževnice in suhega useda. Stopnjo radioaktivnosti v reki Savi, kamor se iztekajo tekočinski izpusti pa merijo in določajo iz vzorcev vode, usedov in rib. Stopnjo radioaktivnosti podzemnih vod pa z vzorci vode iz zajetij in črpališč. Merijo tudi stopnjo radioaktivnosti v zemlji in hrani iz okolice NEK. (Povz. po Nuklearna elektrarna Krško 2012, vii/xlvii)

1.3.2 Odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov

»*Med obratovanjem jedrske elektrarne nastajajo radioaktivne snovi, ki so lahko v plinastem, tekočem in trdem agregatnem stanju. Če je količina radionuklidov nad predpisanimi vrednostmi, se take snovi obravnavajo kot radioaktivni odpadki. Glede na njihovo specifično aktivnost jih delimo na nizko in srednje radioaktivne odpadke. Z ustreznimi postopki jih spremenimo v takšne oblike, ki zagotavljajo varno hranjenje in transport in varstvo ljudi in okolja pred ionizirajočimi sevanji.*

Količina nastalih nizko in srednje radioaktivnih odpadkov je odvisna od stabilnosti obratovanja elektrarne in obsega vzdrževalnih posegov. V zadnjih letih nastane v NEK povprečno 45 m³ nizko in srednje radioaktivnih odpadkov, kar predstavlja namišljeno kocko s stranico 3,5 m.

Ob koncu leta 2011 je bilo v začasnem skladišču NEK za nizko in srednje radioaktivne odpadke uskladiščenih 2234,1 m³ teh odpadkov. Skupna aktivnost teh odpadkov je bila 20,5 TBq.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov se nahaja znotraj ograje NEK v posebni zgradbi oziroma začasnem skladišču. Tu se shranjujejo odpadki, ki so nastali v procesu obratovanja in pri vzdrževalnih delih jedrske elektrarne. Gre za radioaktivne odpadke v plinasti, tekoči in trdi oblikah, ki jih pred skladiščenjem še posebej obdelajo s posebnimi postopki s katerimi dosežejo manjšo prostornino teh odpadkov. (po ugotovitvah in spoznanjih avtorja ob skupinskem ogledu NEK, 23.11.2012 v organizaciji Občine Krško)

1.3.3 Odlagališče visokoradioaktivnih odpadkov

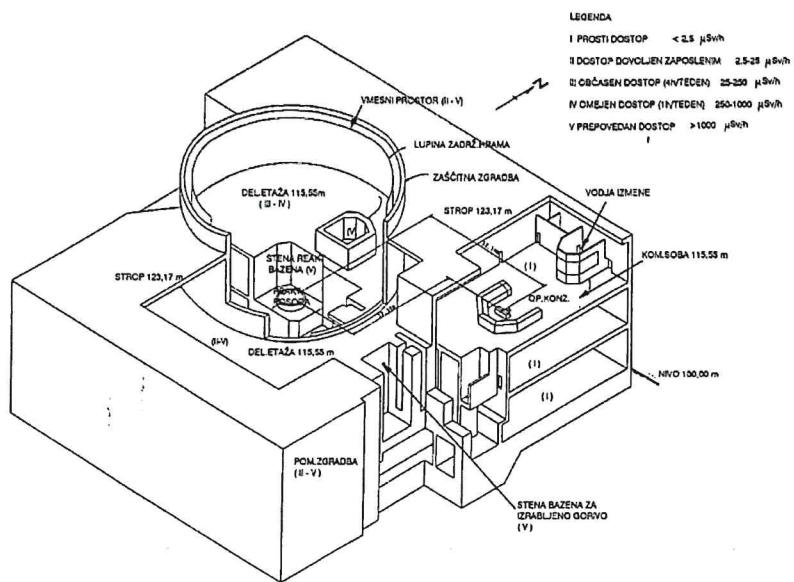
»V bazenu za izrabljeno jedrsko gorivo v NEK je bilo ob koncu leta 2011 shranjenih 984 izrabljenih gorivnih elementov iz predhodnih 24 gorivnih ciklov. Skupna masa izrabljenega goriva je bila 402 toni.

Gorivne elemente, ki so dosegli tehnično in ekonomsko mejo uporabnosti, imenujemo izrabljeno jedrsko gorivo. Ob upoštevanju delitve radioaktivnih odpadkov glede na specifično aktivnost, bi sodili med visoko radioaktivne odpadke, ker pa je sprejeta le odločitev o njihovem skladiščenju do konca obratovanja NEK, jih imenujemo izrabljeni gorivni elementi.

V skladu s sprejeto strategijo jih v NEK skladiščimo v posebni zgradbi in sicer v bazenu za izrabljeno gorivo. Po posodobitvi bazena, ko so bile obstoječe rešetke zamenjane z novimi gostejšimi, je za izrabljeno jedrsko gorivo dovolj prostora do konca predvidene življenske dobe NEK. V bazenu je prostor za 1694 izrabljenih gorivnih elementov.

Izrabljeni gorivni elementi so močno radioaktivni in sproščajo znatno količino toplotne, zato so shranjeni v rešetkah, ki jih obdaja voda. Vodi je dodana borova kislina. Debela plast vode je hkrati ščit pred sevanjem in sredstvo za odvajanje toplotne.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

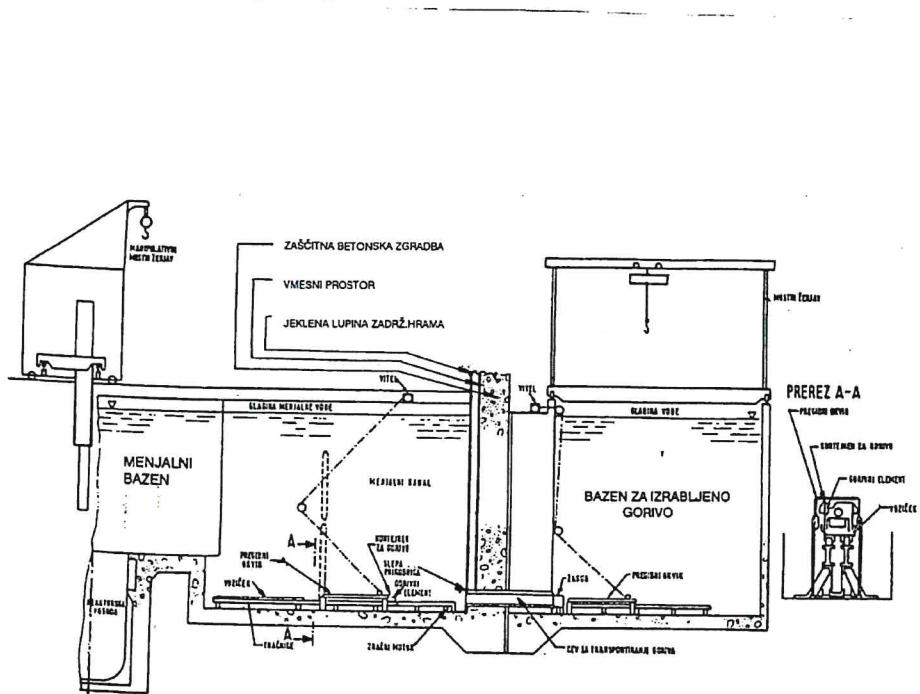
Slika 47: Izometrični prikaz zgradb s pomembnimi sistemi in komponentami



SLIKA 12-2: IZOMETRIČNI PRIKAZ ZGRADB S POMEMBNIMI SISTEMI IN KOMPONENTAMI

Vir: Nuklearna elektrarna Krško 1993, 12-13

Slika 48: Shema sistema za menjavo goriva



SLIKA 9-1: SHEMA SISTEMA ZA MENJAVO GORIVA

Vir: Nuklearna elektrarna Krško 1993, 9-45

1.4 Sevalni objekti

»V sevalnih objektih se radioaktivni viri uporabljajo v industrijske, raziskovalne in zdravstvene namene.

V industriji se radioaktivni viri uporabljajo za različne namene in sicer stacionarno na določenem mestu (npr. za sterilizacijo, merjenje debeline pločevine, nivojev v posodah itd) ali pa so viri premični za delo na terenu (npr. industrijska radiografija, merjenje vlažnosti in gostote materialov pri gradnji cest itd.). V medicini se radioaktivni viri uporabljajo za diagnostiko in terapijo (obsevanja).

Vzrok nesreče z radioaktivnimi snovmi oziroma viri je lahko izključno človeška napaka, ker so radioaktivni viri pasivne naprave, tako da ne more priti do odpovedi delovanja.

Vzroke lahko delimo na:

- nepravilno uporabo, hrambo ali izgubo radioaktivnega vira zaradi malomarnosti, nevednosti, neznanja ali neupoštevanja predpisov varstva pred sevanji;
- konstrukcijsko napako pri vgradnji vira (slaba izdelava ščita, neustrezno izdelano orodje za rokovanje z virom) ter
- zlorabo (kraja, sabotaža).«

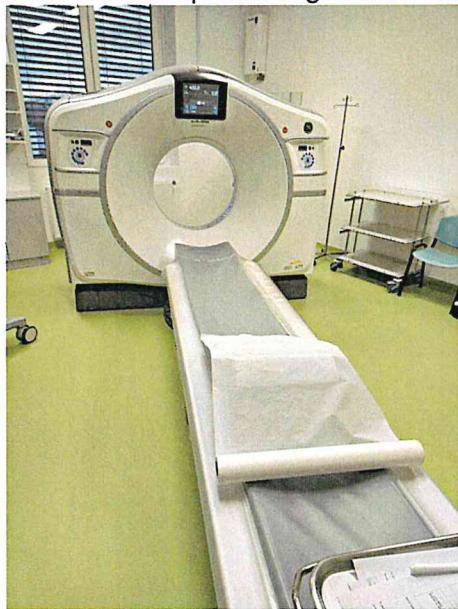
(Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju – verzija 3.0, 2011, 7)

1.4.1 Splošna bolnišnica Brežice

V občini Brežice se v takšne sevalne objekte uvršča Splošna bolnišnica Brežice, kjer bi v primeru nesreče z radiološkimi viri posledice čutili predvsem zaposleni in bolniki. Za okoliško prebivalstvo pa sevalni objekt ne predstavlja zdravstvene grožnje. Bolnišnica ima šest sevalnih aparatov. In sicer:

- 1) CT aparat za globinsko slikanje telesa.
- 2) Aparat za rentgensko slikanje pljuč in okončin.
- 3) Aparat za diaskopijo za kontrastne preiskave in slikanje hrbitenice.
- 4) Operacijski rentgenski aparat za slikanje v operacijski dvorani.
- 5) Mobilni rentgenski aparat za slikanje bolnikov v intenzivni negi.
- 6) Mamografski aparat za slikanje dojk.

Slika 49: CT aparat za globinsko slikanje telesa



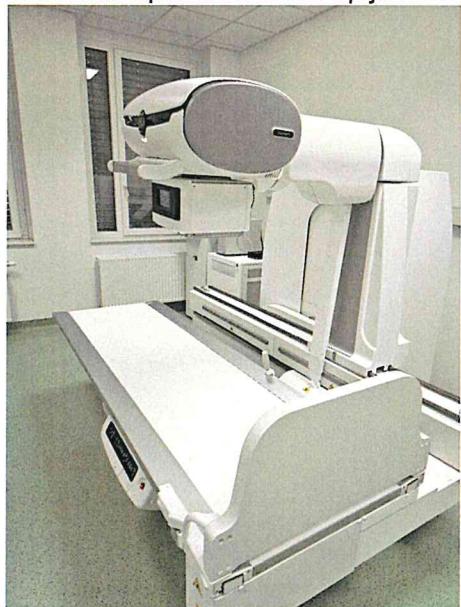
Vir: Alenka Planinc, Splošna bolnišnica Brežice, 08.01.2025

Slika 50: Aparat za rentgensko slikanje pljuč in okončin



Vir: Alenka Planinc, Splošna bolnišnica Brežice, 08.01.2025

Slika 51: Aparat za diaskopijo za kontrastne preiskave in slikanje hrbtenice



Vir: Alenka Planinc, Splošna bolnišnica Brežice, 08.01.2025

Slika 52: Operacijski rentgenski aparat za slikanje v operacijski dvorani



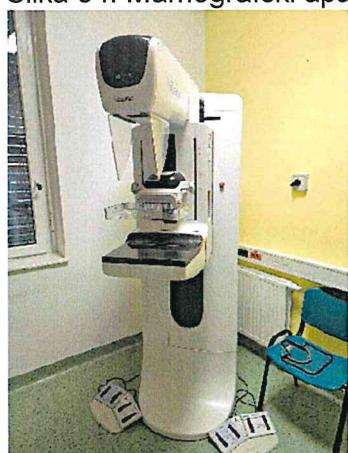
Vir: Alenka Planinc, Splošna bolnišnica Brežice, 08.01.2025

Slika 53: Mobilni rentgenski aparat za slikanje bolnikov v intenzivni negi



Vir: Alenka Planinc, Splošna bolnišnica Brežice, 08.01.2025

Slika 54: Mamografski aparat za slikanje dojk



Vir: Alenka Planinc, Splošna bolnišnica Brežice, 08.01.2025

1.5 Radiološki izredni dogodki

»Radiološki izredni dogodki se lahko zgodijo kjerkoli.« (Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju 2011, 7)

1.5.1 Nenadzorovani viri ionizirajočega sevanja

»Do nesreče lahko pride z nenadzorovanimi visoko radioaktivnimi viri, ki so lahko tudi življensko nevarni, če so nezaščiteni oziroma je zaščita poškodovana. Viri so lahko:

- izgubljeni: lastnik pogreša vir;
- najdeni: naključna oseba najde vir, pri čemer je težava, kert najditelj običajno ne ve, da gre za radioaktivni vir;
- ukradeni: možnost, da tat ne ve, da gre za radioaktivni vir in

- poškodovani v požaru: požar na lokaciji vira (možnost za poškodbo zaščite vira zaradi ognja je majhna; običajna respiratorna in druga zaščita gasilcev je zadostna).«
(Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju – verzija 3.0, 2011, 7)

»V skupino nenadzorovanih virov sodi tudi obsevanje in kontaminacija iz neznanega razloga z radioaktivnimi viri, to je kontaminacija prebivalstva ali javnih površin ozziroma prostorov. Vzrok je lahko najdeni ali ukradeni vir ali radioaktivna snov, ki jo prebivalstvo poseduje in ne ve za nevarnost. Takšne dogodke lahko odkrijejo zdravniki na podlagi simptomov zaradi prekomernega obseva. Tovrstna simptomatika običajno ni dovolj hitro prepoznana, ker so primeri redki. Posedovanje izziroma rokovanje z nezaščitenimi visoko radioaktivnimi viri lahko povzroči trajne poškodbe zaradi zunanjega obsevanja, zaradi notranjega obsevanja v primeru zaužitja (ingestije) in v vdihavanja (inhalacije) in v določenih primerih tudi življensko ogroženost.« (Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju – verzija 3.0, 2011, 7)

1.5.2 Padec satelita z radioaktivno snovjo

»Na območje Posavja bi lahko padel satelit z jedrskim reaktorjem ali satelit, ki ima na krovu radioaktivni material, posledice nesreče pa bi čutili prebivalci v Posavju.

Razlikujemo dve vrsti virov sevanja na satelitu:

- vir visoke aktivnosti alfa (gre za možno onesnaženje z močno toksičnim sevalcem alfa (npr. izotopi plotonija)) in
 - jedrski reaktor (padec satelita onesnaženje s cepitvenimi produkti).
- Območja onesnaženja so trakaste oblike s širino nekaj 10 km in dolžino nekaj 100 km. Nevarno je predvsem vdihavanje delcev, ki v posamezniku lahko povzročijo visoke doze notranjega obsevanja. Največja nevarnost za posameznika, ki je sicer zelo malo verjetna, je najdba visoko radioaktivnih ostankov satelita, ki lahko povzročijo resne poškodbe in tudi smrt.« (Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju – verzija 3.0, 2011, 8)

1.5.3 Prevoz radioaktivnih odpadkov

NEK se je konec devetdesetih let zaradi razbremenitve skladiščnih zmogljivosti odločila za sežig gorljivih nizko in srednje radioaktivnih odpadkov v podjetju Studsvik Radwaste AB iz Nykopinga na Švedskem. (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

Omenjeni prevoz radioaktivnih odpadkov je bil opravljen v smeri proti Zidanemu mostu. (NEK 2013, 2)

Z ozirom na zemljepisni položaj občine Brežice, skozi katero potekajo pomembne evropske prometnice, se ne glede na NEK, po železnici in cestah skozi občino verjetno izvajajo tudi prevozi radioaktivnih odpadkov ozziroma radioaktivnih snovi.

1.6 Nesreče v tujini

Možne so tudi nesreče v bližnjih jedrskih elektrarnah, ki bi imele lahko vpliv na prebivalstvo Slovenije. Najbližje so na Madžarskem, Slovaškem, Češkem ter v Nemčiji, ki so trenutno zaprte. Ob neugodnih vremenskih razmerah glede na Slovenijo lahko v tem primeru pričakujemo radioaktivno onesnaženje tudi pri nas.

Tabela 8: Sloveniji najbližje jedrske elektrarne

država	ime	tip	ref. moč [MWe]	oddaljenost od Slovenije
Madžarska	Paks 1	VVER	430	180 km
	Paks 2	VVER	433	180 km
	Paks 3	VVER	433	180 km
	Paks 4	VVER	433	180 km
Slovaška	Bohunice 1	VVER	408	205 km
	Bohunice 2	VVER	408	205 km
	Bohunice 3	VVER	408	205 km
	Bohunice 4	VVER	408	205 km
	Mochovce1	VVER	440	260 km
Češka	Dukovany 1	VVER	420	239 km
	Dukovany 2	VVER	420	239 km
	Dukovany 3	VVER	420	239 km
	Dukovany 4	VVER	420	239 km
Nemčija	Isar1	BWR	870	255 km
	Isar2	PWR	1410	255 km
	Gundremmingen-B	BWR	1240	335 km
	Gundremmingen-C	BWR	1248	335 km

Vir: <http://www.sos112.si/slo/page.php?src=og13.htm>

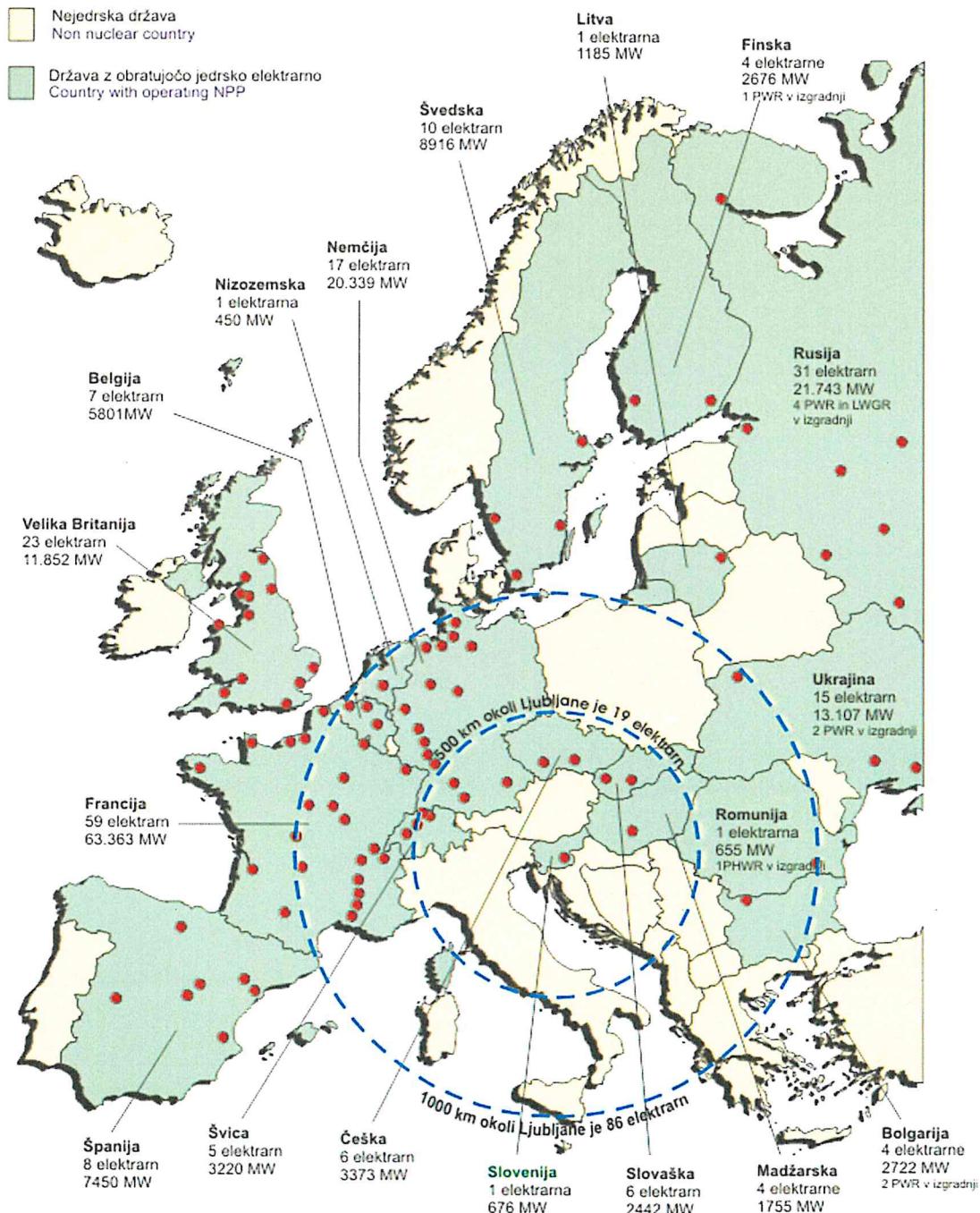
Slika 55: Jedske elektrarne v Evropi

Jedske elektrarne v Evropi

Copyright © ICJT 2006
www.icjt.org

 Nejedska država
 Non nuclear country

 Država z obratajočo jedrsko elektrarno
 Country with operating NPP



Stanje avgusta 2006 po podatkih Mednarodne agencije za atomsko energijo.
 Status as of August 2006 as reported to IAEA.

Na eni označeni lokaciji je lahko tudi več reaktorjev.
 Each indicated location can represent several reactors.

Vir: Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju – verzija 3.0, 2011, 9

2. MOŽNI VZROKI NASTANKA NESREČE

2.1 Možne okvare jezov

V povodju Save nad lokacijo NEK so pomembni vodni zbiralniki in sicer:

- 1) HE Moste,
- 2) HE Medvode,
- 3) HE Mavčiče,
- 4) HE Vrhovo,
- 5) HE Boštanj s prostornino akumulacije $7.870.000 \text{ m}^3$ in koristno prostornino bazena $1.170.000 \text{ m}^3$ (<http://www.he-ss.si/he-bostanj-tehnicne-specifikacije.html>),
- 6) HE Blanca s prostornino akumulacije $9.950.000 \text{ m}^3$ in koristno prostornino bazena $1.300.000 \text{ m}^3$ (<http://www.he-ss.si/he-blanca-tehnicne-specifikacije.html>)
- 7) HE Krško s prostornino akumulacije $6.309.000 \text{ m}^3$ in koristno prostornino bazena $1.178.000 \text{ m}^3$ (<http://www.he-ss.si/he-krsko-tehnicne-specifikacije.html>)

Skrajšano končno varnostno poročilo NEK iz leta 1993 na strani 2-12, ko še gorvodno od NEK ni bilo hidroelektrarn na spodnji Savi kot npr. HE Vrhovo, HE Boštanj, HE Blanca ter HE Krško pravi, če bi prišlo do uničenja jezu pri polni akumulaciji HE Moste, medtem ko naj bi bil pretok Save na nivoju 25-letnih poplav, bi se pojavil poplavni val, ki bi uničil jez v HE Medvode. Pričakovana posledica bi bila, da bi 25-letni poplavni val v Krškem narasel na $3.333 \text{ m}^3/\text{s}$, kar je med 100 in 1000 letnimi poplavnimi vodami. Kot projektna poplava pri izgradnji NEK je bila po Skrajšanem končnem varnostnem poročilu NEK iz leta 1993 vzeta 10.000-letna poplava s pretokom $4.272 \text{ m}^3/\text{s}$.

»*Porušitev katerekoli od že obstoječih pregrad na spodnji Savi (HE Vrhovo, HE Boštanj, HE Blanca in HE Krško) ali tudi kombinacija porušitve vseh štirih v še možnem obsegu ne bi povzročilo poškodovanja ali kakšnih drugih težav na pregradi NEK. Ob morebitni nesreči gorvodno od HE Krško, bi bilo potrebno dvigniti zapornice na prelivu pri pretokih, manjših od $700 \text{ m}^3/\text{s}$, pri večjih pa so zapornice že dvignjene in bi porušitveni val le prelil prelivni prag jezu NEK.*« (Hidroelektrarne na spodnji Savi – HESS 2013, 18)

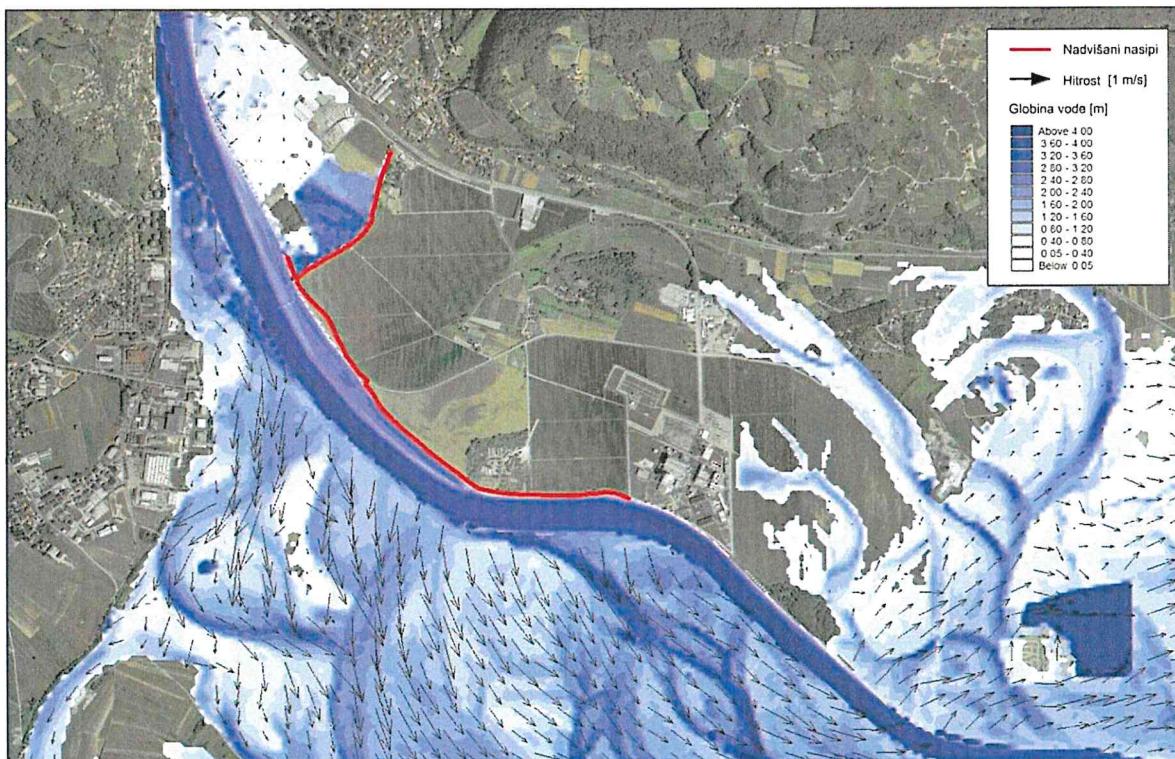
»*Ker so volumni gorvodnih zaježitev glede na ekstremne pretoke reke Save relativno majhni je pri večjih pretokih reke Save doprinos rušenja gorvodnih jezov na poplavno višino majhen. Pri vrednosti verjetne maksimalne vode (PMF) je doprinos k višini poplave vseh gorvodnih elektrarn le še okoli 10 cm. Naj omenimo, da je NEK popolnoma varna tudi brez protipoplavnih nasipov do vrednosti 10.000-letnega pretoka, za večje pretoke, tudi za znatno večje od PMF pa je elektrarna zaščitena s protipoplavnimi nasipi, zato scenarij podoben Fukushimi ni verjeten.*« (NEK 2013, 2)

Med 4. in 7. avgustom 2023 je bil pretok Save $3.399 \text{ m}^3/\text{s}$ (povzeto po: www.eposavje.com/ostale-novice/deževje-4-6-avgust-2023) in bi lahko prav kmalu dosegel raven vrednosti 10.000-letnega pretoka.

Po razglasitvi nenormalnega dogodka v Nuklearni elektrarni Krško, do katerega je prišlo v petek, 4. avgusta, ob 18.30 uri zaradi velikega pretoka in visokega nivoja reke Save, je Nuklearna elektrarna Krško, v soboto, 5. avgusta, ob 12.30 uri razglasila prenehanje stopnje nevarnosti nenormalni dogodek. (www.eposavje.com/ostale-novice/deževje-4-6-avgust-2023, 07.01.2025)

Skozi leta smo pridobivali nova spoznanja o dogajanju v okolju in z uporabo hidravličnega modela so bile na novo določene največje možne poplave. Izdelane so bile študije o največjih možnih poplavah, ki jih lahko povzroči reka Sava, in vplivih največjih možnih lokalnih padavin, ki lahko povzročijo porast lokalnih vodotokov (Potočnica). NEK je na podlagi teh novih študij, ki so bile izvedene v letih 2006-2010, zvišala nasipe ob reki Savi in nasip ob Potočnici. S tem ukrepom je leta 2012 NEK postala varna tudi za primer najvišje možne poplave (za pretok, ki teče mimo z več kot 10.000 m³/s). (<https://www.jedrska.si/pojasnjujemo/197-jedrska-elektrarna-in-poplavna-varnost>, 07.01.2025)

Slika 56: Prikaz razливanja vode ob največji možni poplavi reke Save – situacija po zvišanju nasipov leta 2012. Rdeča črta prikazuje nasip, ki je bil zvišan tega leta.



Vir: <https://www.jedrska.si/pojasnjujemo/197-jedrska-elektrarna-in-poplavna-varnost>

2.2 Možna sprememba toka reke Save

»Spremembe ali preureditve struge Save nad mestom lokacije so zelo maloverjetne. V preteklosti takšnih sprememb niso opazili.« (Nuklearna elektrarna Krško 1993, 2-12)

Zgornja trditev se zdi čudna, saj obstajajo številni trdni dokazi, da je Sava skozi zgodovino velikokrat, ne samo enkrat spremnjala svoj tok. Živko Šebek je v svoji knjigi Krško – življenje z reko Savo (sliki 19 in 20) dokumentirano dokazal spremembo toka reke Save zadnjih nekaj sto let. Tu so tudi trdni materialni dokazi antičnega pristanišča na reki Savi - Neiodunum oziroma današnje vasi Drnovo v krški občini, ki je danes od rečnega toka oddaljeno približno 2.5 km. Da ne govorimo o številnih gramoznih jamah iz katerih še danes na Krško – brežiškem polju kopljejo gramoz, ki ga je skozi tisočletja nanosila reka Sava.

Če bi se torej spremenil tok reke Save, potem bi odpovedal terciarni hladilni krog NEK, kar pomeni, da hladilna voda iz Save ne bi mogla odvajati toplotne iz kondenzatorja v katerem se izrabljena para iz sekundarnega hladilnega kroga ne bi mogla utekočiniti ter vrniti v uparjalnik. Primarni hladilni krog oziroma reaktorsko hladilo bi se začelo segrevati, kar bi pomenilo taljenje reaktorske sredice. Najprej pa bi zaradi naraščajočega tlaka v kondenzatorju lahko prišlo do eksplozije ali kontroliranega izpusta večje količine radioaktivnih snovi v okolje. Zaradi

segrevanja reaktorskega hladila bi tlak naraščal tudi v reaktorski posodi. Da bi zmanjšali tlak v reaktorski posodi, bi verjetno tudi iz nje nadzorovano izpustili v okolje večjo količino visoko radioaktivnih snovi. Mogoče bi lahko v začetku izpad hladilne vode iz reke Save nadomestili iz hladilnih stolpov. Vendar ne za dolgo.

»Sprememba toka reke Save v tolikšni meri, da bi bil celoten tok reke usmerjen mimo zaježitve elektrarne, je zelo malo verjeten pojav. Tudi za primer take nezgode je elektrarna ustrezno projektirana in tudi v takem primeru elektrarna ne bi ostala brez hlajenja. Projektne osnove NEK so, da se je elektrarna sposobna ohlajati 30 dni preko ponora toplotne, ki ga zagotavlja zaježitev vode za zapornicami NEK.« (NEK 2013, 2)

2.3 Potres

»Iz seismotektonskih raziskav bližnje in širše okolice lokacije NE Krško sledi, da potresi z epicentrom na območjih iz oddaljenosti nad 50 km ne morejo ogrožati varnosti NE Krško. Odločilni potresi z žarišči v presečišču prelomnic Brežic in Čateža (razdalja 7 km) z magnitudami do $M = 5.8$, ter v presečišču prelomnic ob JV robu Medvednice (razdalja 45 km) z magnitudo do $M = 6.5$. V bolj oddaljenih seizmičnih območjih ne nastopajo potresi večjih magnitud. ... Varna zaustavitev reaktorja ob morebitnem potresu je bila določena po oceni maksimalnega pričakovanega pospeška, ki ga povzroči na lokaciji potres magnitude $M = 5.8$ z epicentrom pri Brežicah v oddaljenosti 7 km od lokacije.« (Nuklearna elektrarna Krško 1993, 2-15)

Iz Tabele 2 sta razvidna na področju Brežic dva močna potresa. 29. januarja 1917 se je zgodil potres z magnitudo $M = 5.7$, VIII. stopnje po EMS, 3. decembra 1924 pa potres z magnitudo $M = 5.0$, med VI. in VII. stopnjo po EMS.

NEK je v zadnjem času izvedla še vrsto seizmičnih posodobitev na elektrarni. Poleg tega je opravljenih vrsta novejših analiz potresne ogroženosti, kjer je ugotovljeno, da lahko elektrarna brez poškodbe sredice prenese tudi nekajkrat večje potrese, kot je zagotovljeno s projektom. NEK projektirana za potrese s povratno dobo 10.000 let. Z alternativnimi sistemi in ukrepi hlajenja bi prenesla tudi potrese s povratno dobo več kot 50.000 let, ki bi popolnoma uničili zgradbe. (Povz. po NEK 2013, 2)

2.4 Teroristični napad na NEK

Niti terorističnega napada na NEK ne smemo zanemariti. Če je Slovenija članica vojaške zveze NATO ali politično gospodarske zveze držav EU se zaradi tega ne moremo uvrščati v varen del sveta, kakor bi to mnogi že leli. Prav nasprotno. Čeprav simbolično, pa vendarle v okviru vojaške zveze NATO smo sodelovali v vojaški okupaciji Afganistana ter sodelujemo v drugih vojaških dejavnostih. In glede na našo splošno znano nepripravljenost ter posledično ranljivost na teroristične napade bi bila Slovenija lahko čudoviti cilj terorističnim skupinam. Še posebej bi bila možen objekt napada NEK. Napad bi bil lahko izvršen z letalom, iz daljave (raketa, dron...) ali pa z neposrednim vdorom v objekt.

NEK v okviru zagotavljanja jedrske varnosti upošteva in izvaja standarde in stroge zahteve glede zagotavljanja fizične varnosti elektrarne. Dodatno je ocenjena robustnost in odpornost struktur tehnološkega kompleksa na zunanje dogodke. Z analizami je ocenjeno, da bi strukture zadrževalnega hrama vzdržale tudi nalet večjega komercialnega letala. (Povz. po NEK 2013, 2)

2.5 Izostanek hladila in posledično taljenje goriva oziroma sredice

Največja nevarnost za varno delovanje NEK je izostanek hladila in posledično taljenje goriva oziroma sredice, ki se lahko zgodi iz različnih, med ostalimi tudi zaradi zgoraj možnimi opisanimi dogodki. V takem primeru je zelo težko vzdrževati nadzor nad delovanjem oziroma zagotoviti varno zaustavitev NEK, še zlasti, če pride do nenačrtovanega, nepredvidenega ali po oceni upravljalcev malo verjetnega dogodka, za katerega člani izmene ne bi bili strokovno ali psihično ustrezno pripravljeni, ki lahko povzroči še ostale verižne dogodke s stopnjevanjem nevarnosti za okoliške prebivalce.

»Pri cepitvi uranovih jeder v sredici reaktorja nastanejo radioaktivni cepitveni produkti, ki ob nezgodi lahko pobegnejo v okolico. Do takšne nezgode bi prišlo, če bi zmanjkalo hladila in bi se zato popolnoma ali delno stalilo gorivo (uran). Pri tem se sprostijo radioaktivni cepitveni produkti, ker jih več ne zadržuje srajčka gorivne palice. Čeprav bi prekinili cepitev uranovih jeder takoj, ko bi zmanjkalo hladila zaradi počene cevi ali drugih vzrokov, bi prišlo do taljenja sredice tudi kasneje zaradi zakasnele toplotne, ki se sprošča tudi po ugasnitvi reaktorja. Ta energija nastane zaradi radioaktivnega razpada cepitvenih produktov in njegovih potomcev. Sproščena toplota v že ustavljenem reaktorju je velika, zato je treba poskrbeti tudi ob nenormalnem obratovanju za ustrezno odvajanje toplotne po zaustavitvi reaktorja, da ne bi prišlo do poškodb gorivnih palic. En dan po zaustavitvi je toplotni tok v sredici jedrske elektrarne v Krškem še vedno 12 MW (mega vatov).« (Dimic 1995, 46)

3. VERJETNOST POJAVLJANJA NESREČE

Verjetnost pojavljanja jedrske nesreče v NEK, ki bi bila posledica okvar, naravnih ali drugih nesreč, terorističnega napada ali pa neizkušenosti oziroma neizurjenosti zaposlenih iz področja kriznega upravljanja obstaja. Vendar je stopnjo te verjetnosti težko oceniti. Nikakor pa se ne moremo in ne smemo zadovoljiti s prepričanjem nekaterih, ali ga celo ponotranjiti, da je možnost jedrske nesreče izjemno majhna ali pa zaradi vrste predvidenih ter sprejetih varnostnih ukrepov nemogoča. Takšna miselnost je lahko zelo nevarna, ker bi povzročila nepripravljenost lokalne in širše družbene skupnosti ter sistema zaščite in reševanja na odziv, v primeru splošne nevarnosti zaradi jedrske nesreče v NEK.

4. VRSTE, OBLIKE IN STOPNJE OGROŽENOSTI

4.1 Vrsta in oblika ogroženosti

Vrsta ogroženosti je nevarnost pred povečanim umetnim ionizirajočem sevanjem, ki bi bila posledica izrednega dogodka v NEK.

4.2 Stopnje ogroženosti po klasifikaciji stopnje nevarnosti

Nevarnost je klasificirana v štiri stopnje glede na tveganje, ki ga predvidene posledice izrednih dogodkov predstavljajo za zdravje in varnost osebja v NEK in prebivalcev v okolici. Te stopnje so: nenormalni dogodek, začetna nevarnost, objektna nevarnost in splošna nevarnost. Nenormalni dogodek pomeni najnižjo stopnjo nevarnosti, splošna nevarnost pa pomeni

najvišjo stopnjo nevarnosti. (Povz. po Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 22)

Nastanek izrednega dogodka ugotovi in ustrezno evidentira operativno osebje oziroma izmena v nadzorni sobi, na podlagi stalnega spremljanja tehnoloških, radioloških in drugih kazalcev v nadzorni sobi ter obvestil iz okolice NEK kot so npr. požar, druge nenormalne razmere na območju elektrarne s strani gasilcev, varnostnikov, dežurnega radiologa, kemika, drugega osebja, operatorja Regijskega centra za obveščanje Brežice itd. (Povz. po Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 38)

Klasifikacija stopnje nevarnosti je v pristojnosti NEK. Za začetno klasifikacijo stopnje nevarnosti ter za razglasitev nastanka izrednega dogodka je odgovoren vodja izmene v nadzorni sobi. Po prihodu v elektrarno prevzame odgovornost za klasifikacijo ustrezne stopnje nevarnosti poveljnik Civilne zaščite NEK ali njegov namestnik. Po vzpostavitvi zunanjega podpornega centra, prevzame odgovornost za klasifikacijo stopnje nevarnosti direktor tega centra. Ta stalno nadzoruje ustreznost razglašene stopnje nevarnosti in po potrebi razglesi spremembo stopnje nevarnosti ali prenehanje nevarnosti. (Povz. po Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 39)

4.2.1 Nenormalni dogodek

Nenormalni dogodek je stopnja nevarnosti, pri kateri nastanek ali razvoj dogodkov povzroča stanje, ki bi lahko vodilo v primeru nepravilnega izvajanja operativnih ukrepov ali nadaljnega nenadzorovanega razvoja dogodkov v zmanjšanje jedrske varnosti elektrarne oziroma pri kateri dogodki kažejo na možnost ogrožanja fizične varnosti elektrarne. Ni sproščanja radioaktivnih snovi v obsegu, da bi bilo potrebno izvajati nadzor in zaščitne ukrepe v okolju. Nenormalni dogodek je lahko tudi radiološka nesreča z radioaktivnim virom na območju elektrarne. (Povz. po Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 22)

Aktivnosti ter ukrepi izven NEK še niso potrebni.

4.2.2 Začetna nevarnost

»Začetna nevarnost je stopnja nevarnosti, pri kateri nastanek ali razvoj dogodkov vodi ali ima za posledico bistveno zmanjšanje jedrske varnosti elektrarne oziroma pri kateri je zaradi sovražne dejavnosti povečana nevarnost za osebje ali opremo v elektrarni. Obstaja možnost za omejen izpust radioaktivnih snovi, ki lahko presega omejitve radioloških tehničnih specifikacij, vendar ne v takem obsegu, da bi bili potrebni zaščitni ukrepi v okolini elektrarne.« (Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 22)

Kljub temu, da aktivnosti ter ukrepi izven NEK še niso potrebni, NEK zaradi možnosti poslabšanja razmer obvesti pristojne organe in organizacije v okolici zaradi izvajanja potrebnih priprav v skladu z načrtom zaščite in reševanja..

4.2.3 Objektna nevarnost

»Objektna nevarnost je stopnja nevarnosti, pri kateri ima nastanek ali razvoj dogodkov za posledico odpoved varnostne funkcije elektrarne ali obstaja velika verjetnost, da bo do take odpovedi prišlo oziroma pri kateri je zaradi sovražne dejavnosti v nevarnosti osebje ali oprema v elektrarni ali je onemogočen učinkovit dostop do opreme in sistemov pomembnih za varnost

elektrarne. Obstaja možnost za izpust radioaktivnih snovi v takem obsegu, da je potrebno uvesti zaščitne ukrepe na območju elektrarne in v izjemnem primeru tudi v neposredni okolici elektrarne.« (Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 22)

Na tej stopnji nevarnosti se že predvidene aktivnosti ter ukrepi v skladu z načrtom zaščite in reševanja.

4.2.4 Splošna nevarnost

»Splošna nevarnost je stopnja nevarnosti, pri kateri ima nastanek ali razvoj dogodkov za posledico poškodbo / taljenje sredice in odpoved integritete zadrževalnega hrana ali pa obstaja velika verjetnost, da bo do tega prišlo oziroma pri kateri ima razvoj dogodkov zaradi sovražne dejavnosti za posledico izgubo fizičnega nadzora nad elektrarno. Obstaja možnost za izpust radioaktivnih snovi v večjem obsegu, tako da preseženi intervencijski nivoji za uvedbo zaščitnih ukrepov v okolju.« (Nuklearna elektrarna Krško – Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku 2012, 22)

To je najvišja stopnja nevarnosti, ki predvideva izvajanje zaščitnih ukrepov za prebivalstvo v skladu z načrtom zaščite in reševanja.

4.2.5 Območja načrtovanih ukrepov

OPU – Območje Preventivnih zaščitnih Ukrepov, ki zajema območje 3 km pasu okoli NEK; OTU – Območje Takojšnjih zaščitnih Ukrepov, ki zajema območje 10 km pasu okoli NEK; ROU – Razširjeno Območje zaščitnih Ukrepov, ki zajema območje 25 km pasu okoli NEK; OSP – Območje Splošne Pripravljenosti, ki zajema celotno ozemlje RS.

5. POTEK IN MOŽEN OBSEG NESREČE

NEK spreminja, ocenjuje, presoja in vrednoti stanje na območju elektrarne ter radiološke posledice v okolju ob nastanku in ves čas trajanja izrednega dogodka, ki obsega oceno delovanja in razmer v elektrarni, oceno vrste in količine radioaktivnih snovi, ki bi se lahko, ali so se sprostile v okolje, ugotavljanje poti sproščanja, ugotavljanje vremenskih razmer, nadzor in stopnjo radioaktivnosti ter ostalo. Po razglasitvi začetne stopnje nevarnosti pride v elektrarno poveljnik Civilne zaščite NEK ali njegov namestnik. Vzpostavi se zunanj podporni center, katerega direktor v celoti vodi obvladovanje izrednega dogodka ter ima vsa pooblastila, da razpolaga z vsemi sredstvi NEK in po potrebi aktivira notranje ter zunanje podporne institucije. Usklajuje aktivnosti med NEK in poveljnikom Civilne zaščite Republike Slovenije ter drugimi pristojnimi državnimi organi in določa podporo poveljniku Civilne zaščite NEK. Po potrebi v skladu s prvim odstavkom 6. člena Pravilnika o uporabi tablet kalijevega jodida ob jedrski ali radiološki nesreči (Uradni list RS, št. 59/10, 17/14 - ZZdr-2) Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost predлага, poveljnik Civilne zaščite Republike Slovenije pa odredi jedno profilakso kot zaščitni ukrep ob jedrski ali radiološki nesreči. V primeru, da za okoliške prebivalce z drugimi ukrepi ni možno zagotoviti njihove varnosti, lahko na podlagi drugega odstavka 61. člena Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 51/06 - uradno prečiščeno besedilo, 97/10, 21/18 - ZNOrg, 117/22) vlada, župan, v nujnih primerih pa tudi pristojni poveljnik Civilne zaščite odredijo evakuacijo ogroženih prebivalcev.

Obseg nesreče je odvisen od količine izpusta radioaktivnih snovi v okolje, trajanje obsevanja ter vremenskih razmer v času izpusta. Brezvetrje, hitrost in smer vetra, dež in drugo. Brezvetrje

in dež bi bili za okoliške prebivalce najmanj ugodni, saj bi se radioaktivni oblak zadržal nad okolico, dež pa bi povzročil spiranje radioaktivnih delcev na površino okolice. Močnejši veter bi radioaktivni oblak razpršil na širšo okolico ter tako zmanjšal gostoto radioaktivnosti. V najslabšem primeru lahko računamo na obseg nesreče in radioaktivno onesnaženje podobno tistim iz Černobila in Fukushime.

6. OGROŽENI PREBIVALCI, ŽIVALI, PREMOŽENJE IN KULTURNA DEDIŠČINA

V primeru jedrske nesreče v NEK bi bili najbolj ogroženi prebivalci, živali in kulturna dediščina v neposredni okolici NEK ter v smeri pihanja vetra v času izpusta radioaktivnih snovi. V primeru brezvetrja in dežja pa še posebej prebivalci v neposredni okolici NEK.

7. VERJETNE POSLEDICE NESREČE

»Ob taljenju sredice bi se sprostili radioaktivni cepitveni produkti. Najnevarnejši so izotopi joda (131J z razpolovno dobo 8 dni, 133J in 135J), ker so v plinastem stanju in najlaže pobegnejo v okolico. Nevarni so seveda tudi izotopi plemenitih plinov (ksenon, kripton), ker jih ni mogoče zadržati, vendar je njihova aktivnost precej manjša od aktivnosti jodovih. Naslednjo skupino pa predstavljajo dolgoživi radioaktivni izotopi, ki so zmerno hlapljivi pri visokih temperaturah. V tej skupini je najnevarnejši dolgoživi izotop stroncij-90, ki po nesreči povečini ostane v okolici elektrarne.« (Dimic 1995, 46)

»Ob jedrski nesreči se lahko sprostijo radioaktivne snovi (radioaktivni plini in radioaktivni delci) pretežno v ozračje in se razširjajo v obliki radioaktivnega oblaka v širše okolje. Stopnja ogroženosti zaradi radioaktivnega onesnaženja okolja je odvisna od vrste in od količine izpuščene aktivnosti posameznih skupin radionuklidov (žlahtni plini, radioizotopi joda, dolgoživi fizijski produkti). Prenos in razširjanje sta odvisna od vremenskih razmer. Radioaktivni delci se med prenosom usedajo (suhı used) ali pa izpirajo s padavinami (mokri used) na površine pod seboj.

Sevanje radioaktivnih snovi prihaja do človeka po treh glavnih prenosnih potekh: z vdihavanjem radioaktivnih zračnih delcev, zaužitjem z vodo in hrano ter neposrednim zunanjim obsevanjem iz radioaktivnega oblaka ali iz onesnaženih tel. Radioaktivne snovi lahko pridejo v telo tudi prek odprtih ran.

Vrsta in stopnja ogroženosti se s časom spreminja. Nezaščiteni prebivalci v bližini kraja nesreče bodo v prvih urah po izpustu najprej izpostavljeni zunanjemu sevanju iz radioaktivnega oblaka in vdihavanju radioaktivnih delcev, še posebej izotopov radioaktivnega joda, ki se kopijo v ščitnici. Srednje (nekaj dni po nesreči) in dolgoročno pa prihaja do obsevne obremenitve zaradi uživanja onesnažene hrane (*I-131* v mleku, zelenjavu, pitni vodi), še posebej v krajih, kjer uporabljo za pitje in napajanje živine deževnico, ter zaradi zunanjega sevanja iz onesnaženih tel. V tem obdobju so pomembni dolgoživi radionuklidi, kot npr. Cs-137, Cs-134, Sr-90.« (Nuklearna elektrarna Krško 2012, 3)

Glede na to, da je 30 kilometrski pas okoli Jedrske elektrarne Černobil danes še vedno prepovedano območje, mesto Pripiat pa zapuščeno in še več stoletij ne bo varno in primerno za človeško naselitev, bi lahko v primeru podobne jedrske nesreče v NEK ter glede na najpogosteje smeri vetrov, ki so prikazani na Sliki 15 pričakovali radioaktivno onesnaženje na smerni osi ZJJ (WSW) – VSV (ENE) z 20° zamikom na vzhodni strani v smeri vzhoda, na zahodni strani pa s 40° zamikom v smeri severa in 20° zamikom v smeri juga. Torej glede na smer ter pogostost vetra bi lahko z veliko verjetnostjo pričakovali celotno območje občine Brežice, vse preko slovensko - hrvaške meje od Zaprešića do Zagreba za več stoletno

neprimerno, ter nezdravo območje za človeško bivanje. Še najbolj pa Šentlenart, Artiče, Globoko, Bukošek in Kapele.

V primeru pihanja nasprotnih vetrov v času radioaktivnega izpusta iz NEK pa bi bilo področje neprimerno za človeško bivanje 30 km v smeri Škocjana in Novega mesta.

Vendar je vse odvisno od vremenskih razmer v času morebitnega izpusta radioaktivnih snovi v okolje.

8. VERJETNOST NASTANKA VERIŽNE NESREČE

V primeru jedrske nesreče v NEK ali druge radiološke nesreče bi lahko prišlo do nastanka naslednjih verižnih nesreč ali dodatnih posledic:

- požara v naravnem ali urbanem okolju (npr. padec satelita);
- izpada telekomunikacijskih povezav;
- ogrožanja prometne varnosti;
- socioloških in psiholoških posledic za ogroženo prebivalstvo in
- energetske krize zaradi izpada dobave električne energije odjemalcem v Posavju.

9. MOŽNOSTI PREDVIDEVANJA NESREČE

NEK z analizo nezgod, ki jih opisuje na strani 15-5 Skrajšanega končnega varnostnega poročila iz leta 1993, predvideva možne nesreče v NEK zaradi različnih dogodkov.

10. VARNOSTNI SISTEMI V NUKLEARNI ELEKTRARNI KRŠKO

»Varnostni sistemi zagotavljajo integriteto vitalne opreme, omogočajo varno delo zaposlenim in preprečujejo vplive na okolje.

Varnostni sistemi preprečujejo nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Jedrski varnosti je že v fazi načrtovanja reaktorja in projektiranja elektrarne namenjena velika pozornost. Projektirani so varnostni sistemi, ki v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije.

Jedrska elektrarna se nahaja v varnem stanju, če so v vsakem trenutku izpolnjeni trije osnovni varnostni pogoji:

- učinkovit nadzor nad močjo reaktorja,
 - hlajenje jedrskega goriva v reaktorju,
 - zadrževanje radioaktivnih snovi (onemogočajo sproščanje radioaktivnih snovi v okolje).
- Sproščanje radioaktivnih snovi v okolje preprečujejo 4 zaporedne varnostne pregrade:
- **Prva pregrada** je samo jedrsko gorivo (tabletke jedrskega goriva), ki zadržuje radioaktivne snovi v sebi.
 - **Druga pregrada** je srajčka, ki obdaja gorivne tabletke in preprečuje pobeg radioaktivnih plinov iz goriva.
 - **Tretja pregrada** je meja primarnega sistema (stene cevi, reaktorske posode in drugih primarnih komponent), ki zadržuje radioaktivno vodo za hlajenje reaktorja.
 - **Četrta pregrada** je zadrževalni hram, ki hermetično ločuje primarni sistem od okolja.

Osnovni cilj prvih treh pregrad je, da preprečijo prehod radioaktivnih snovi do naslednje pregrade, četrta pregrada pa preprečuje neposredno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje jedrske elektrarne.

Ker je delovanje varnostnih sistemov v primeru napake in odpovedi ali celo malo verjetne nezgode v jedrski elektrarni izjemnega pomena, so vsi varnostni sistemi podvojeni (jedrska

elektrarna ima dve progi varnostnih sistemov). Za izpolnjevanje varnostnih pogojev in ohranjanje varnostnih pregrad je vedno dovolj delovanje samo ene proge varnostnih sistemov. Poleg tega se vsi varnostni sistemi oziroma njihove posamezne naprave med obratovanjem elektrarne in med rednim remontom sistematično testirajo.« (<http://www.nek.si>, 2005 Nuklearna elektrarna Krško – Vse pravice pridržane)

11. PRIMERI NESREČ V JEDRSKIH ELEKTRARNAH

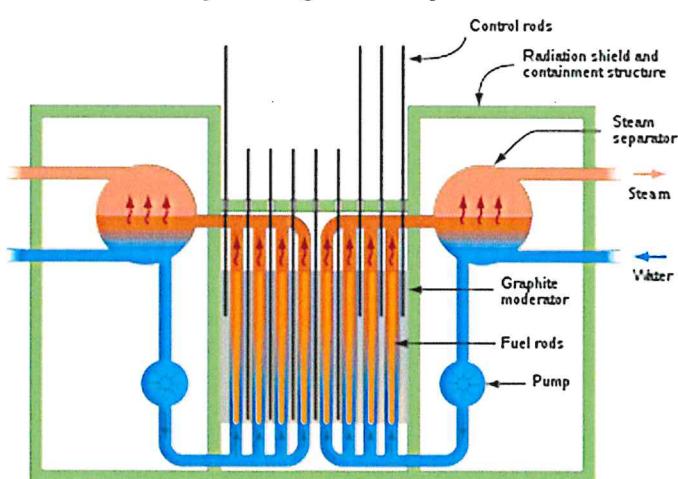
11.1 Nesreča v jedrski elektrarni Otok treh milij

Nesreča v jedrski elektrarni s tlačnovodnim reaktorjem (podobnega ima Nuklearna elektrarna Krško) Otok treh milij se je zgodila 28. marca 1979 v drugem bloku te elektrarne. Nesreča se je začela z okvaro, ki je povzročila izgubljanje reaktorskega hladila skozi zataknjeni varnostni ventil. Ker operaterji niso pravilno ocenili pojava, so ob nezgodi izklopili pravilno delujoč varnostni sistem za zasilno hlajenje sredice. Izguba reaktorskega hladila je povzročila taljenje sredice. Ostanke sredice je zadržala nepoškodovana reaktorska posoda, tako da je v zadrževalni hram ušel le majhen del radioaktivnih snovi. Iz njega je ušlo v okolje zelo malo radioaktivnih snovi, tako da niso vplivale na zdravje ljudi v okolici elektrarne, predvsem ker (povzeto po Dimic 1995, 56):

- je tesen zadrževalni hram preprečil sproščanje radioaktivnosti v okolje;
- se je reaktor ob izgubi hladila sam ugasnil;
- zakasnela toplota, ki je stalila del gorivnih elementov in uničila sredico, ni poškodovala tlačne posode, ki je tako zadržala večino radioaktivnih snovi.

11.2 Nesreča v jedrski elektrarni Černobil

Slika 57: Prikaz jedrskega reaktorja RBMK



Vir:<http://www.google.si/search?q=jedrski+reaktor+RBMK&hl=sl&tbo=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=2IJVUe2mM8Hbswba0IDgAg&ved=0CEYQsAQ&biw=1389&bih=904>

Jedrska elektrarna Černobil se nahaja v bližini mesta Pripjat v Ukrajini, 18 km severozahodno od mesta Černobil in 16 km od meje med Ukrajinou in Belorusijo ter okoli 110 km severno od Kijeva. Elektrarna je imela štiri jedrske reaktorje s po 1 GW električne moči, vsi štirje pa so zadovoljevali približno 10% ukrajinskih potreb po električni energiji. V času nesreče sta bila v

gradnji še dva reaktorja z enako močjo kot ostali štirje. (povzeto po http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilska_nesre%C4%8Da)

Nesreča v jedrski elektrarni z vrelovodnim cevnim reaktorjem Černobil se je zgodila 26. aprila 1986. leta. Elektrarna ni imela nadtlačnega zadrževalnega hrama. Moč reaktorja se je ob izgubi hladila povečevala. To je povzročilo razpad goriva. Vroče gorivo je kemično reagiralo s hladilom, nato pa je reaktor razneslo v parni eksploziji. Vžgal se je tudi grafit moderatorja. Požar grafta je prispeval k razširjanju radioaktivnosti.

Vzrok nesreče sta bila nevarna zasnova reaktorja in napačno vodenje elektrarne z zavestnim kršenjem predpisanih postopkov in napake operaterjev reaktorja med funkcionalnim preizkušanjem novega vzbujalnika na turbogeneratorju.

V okolje se je sprostilo veliko radioaktivnih snovi iz sredice reaktorja in onesnažilo obsežna področja okrog elektrarne in v manjši meri tudi v oddaljenih krajih Evrope.

(povzeto po Dimic 1995, 57)

11.2.1 Potek jedrske nesreče

»25. aprila 1986 naj bi bil reaktor št. 4 zaustavljen zaradi rednega vzdrževanja. Odločeno je bilo, da se ob tej priložnosti preskusi zmožnosti turbineskega generatorja reaktorja za ustvarjanje zadostne količine električne energije za napajanje varnostnih sistemov reaktorja (še posebej črpalk za vodo), če bi kdaj prišlo do izgube zunanjega vira elektrike. Reaktorji, kot je černobilski, imajo v pripravljenosti par dizelskih generatorjev, vendar se ti ne aktivirajo takoj. Zato se reaktor uporabi za zavrtitev turbine, nato pa se turbina odklopi od reaktorja in se vrte zaradi lastnega vztrajnostnega momenta. S preizkusom so želeli preveriti, ali lahko turbine med negnanim vrtenjem zagotavljajo dovolj električne energije za pogon črpalk, dokler se dizelski generatorji ne zaženejo. Preizkus je bil predhodno uspešno opravljen pri drugem reaktorju ter z vsemi varnostnimi ukrepi, rezultat pa je bil negativen, kar pomeni, da turbine niso ustvarjale zadostne električne energije za pogon črpalk. Od takrat so na turbinah naredili več izboljšav, kar je zahtevalo dodaten preizkus.

Energetska proizvodnja reaktorja Černobil-4 je bila zmanjšana iz normalne kapacitete 3200 MW topotne energije na 1000 MW, da bi lahko opravili preizkus na nižji in varnejši ravni. Zaradi zamude pri pričetku poizkusa so upravljalci prehitro znižali energetsko proizvodnjo, ki je padla na samo 30 MW topotne energije. Zaradi tega je narasla koncentracija jedrskega strupa ksenon-135, ki je v običajnih razmerah porabljen ob delovanju reaktorja. Čeprav je bila hitrost zmanjšanja energetske proizvodnje blizu največje dovoljene, so se upravljalci odločili nadaljevati preizkus. Odločili so se celo pospešiti preizkus in so dvignili energetsko proizvodnjo na samo 200 MW. Da bi zaobšli težave z absorpcijo nevronov, ki jih je povzročal odvečen ksenon-135, so iz reaktorja izvlekli več nadzornih palic kot so dovoljevala varnostna pravila. Kot del preizkusa so ob 1:05 (26. aprila) vključili črpalke za vodo, ki naj bi jih gnal turbineski generator. Ob 1:19 se je vodni tok povečal. Ker voda prav tako absorbira nevronne, je dodaten pritok vode narekoval dodatno odstranitev ročnih nadzornih palic, pri tem pa so nastale zelo nestabilne in nevarne razmere.

Preizkus se je začel ob 1:23:04. Nestabilno stanje reaktorja ni bilo na noben način prikazano na nadzornih ploščah, verjetno pa se tudi nihče od reaktorske ekipe ni zavedal nevarnosti. Črpalkam za vodo je bil prekinjen električni dovod, ko pa jih je poganjal vztrajnostni moment turbineskega generatorja, se je pretok vode zmanjšal. Turbina je bila odklopljena od reaktorja, pri čemer se je povečala količina pare v reaktorski sredici. Ker se je hladilo segrevalo, so se v ceveh začeli pojavljati žepi pare. Zasnova reaktorja RMBK v Černobilu, ki za moderacijo uporablja grafit, ima velik pozitivni koeficient izpraznitve, kar pomeni, da se moč reaktorja naglo poveča, kadar primanjkuje vode, ki absorbira nevronne. V tem stanju postane reaktor zelo nestabilen in nevaren.

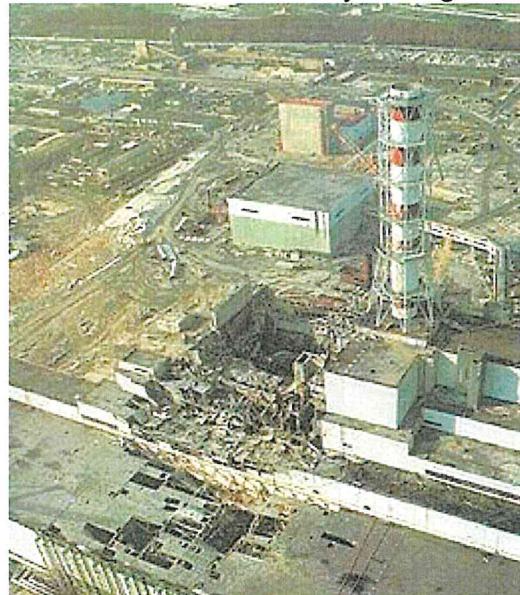
Ob 1:23:40 so upravljalci pritisnili na gumb AZ-5 (preprečitev nesreče), ki je sprožil popolno zaustavitev jedrskega reaktorja z vstavitvijo vseh nadzornih palic v reaktorsko sredico, vključno z neprevidno odvzetimi ročnimi palicami. Ali je bilo to storjeno zaradi ugotovitve nevarnosti ali

pa popolnoma rutinsko zaradi zaključenega poskusa, ni jasno (reaktor bi sicer morali zaustaviti zaradi vzdrževanja). Najbolj pogosta razloga je, da naj bi bila popolna zaustavitev ukazana kot odziv na nepričakovano hitro naraščanje energije. ...

... Zaradi počasnega mehanizma za vstavljanje nadzornih palic (vstavljanje traja 18-20 sekund), votlih konic palic in začasne odstranitve hladila, je zaustavitev reaktorja povzročila povečanje hitrosti reakcije. Povečanje proizvodnje energije je povzročilo deformacije kanalov za nadzorne palice. Zato so se palice zataknile pri eni tretjini poti in niso mogle ustaviti reakcije. Ob 1:23:47 je reaktorska moč poskočila na 30 GW, kar je desetkrat več od običajne proizvodnje energije. Gorivne palice so se pričele taliti, pritisk pare je naglo narasel in prišlo je do velike parne eksplozije, ki je premaknila in uničila pokrov reaktorja, zlomila cevi hladila in nato naredila luknjo v strehi.«

(http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilska_nesre%C4%8Da)

Slika 58: Porušena enota jedrskega reaktorja številka 4 v Jadrski elektrarni Černobil



Vir: http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilska_nesre%C4%8Da

11.2.2 *Ukrepi*

»Stanje po nesreči je bili poslabšano še zaradi nepripravljenosti krajevnih oblasti in pomanjkanja ustrezne opreme. Vsi dozimetri v četrti reaktorski stavbi, razen dveh, so imeli omejitve do enega milirentgena na sekundo. Ostala dva sta imela omejitev pri 1000 R/s, vendar pa je bil eden nedostopen zaradi eksplozije, drugi pa se je pokvaril ob vključitvi. Zato je lahko ekipa v reaktorski stavbi le ocenila, da so stopnje sevanja v večjem delu reaktorske stavbe preko 4 R/h (prave vrednosti so bile okoli 20.000 rentgenov na uro v nekaterih območjih, smrtna raven pa je okoli 500 rentgenov v petih urah).

Tako je šef reaktorske ekipe Aleksander Akimov ocenil, da je reaktor nepoškodovan. Kosi grafita in reaktorskega goriva, ki so ležali naokoli, so bili prezrti, odčitki novega dozimetra, ki je bil prinešen okoli 4:30 po krajevnem času, pa niso bili upoštevani, češ da je novi dozimeter pokvarjen. Akimov je s svojo ekipo ostal v reaktorski stavbi do jutra, ker so poskušali načrpati vodo v reaktor. Nihče od njih in nosil zaščitne opreme. Večina od ekipe, vključno z Akimovom, je umrla zaradi izpostavljenosti radioaktivnemu sevanju v treh tednih po nesreči.

Kmalu po nesreči so na kraj prišli gasilci, da bi pogasili ogenj. Nihče jim ni povedal, kako radioaktivni so dim in razbitine. Ogenj je bil pogašen okoli 5. ure zjutraj, pri tem pa je veliko gasilcev prejelo zelo visoke stopnje sevanja. Vladni komite, ki naj bi preiskal nesrečo, je v Černobil prispel zvečer 26. aprila. Do takrat sta že umrla dva človeka, 52 pa jih je bilo prepeljanih v bolnišnico. V noči na 27. april – več kot 24 ur po nesreči – je komite spoznal, da

je prišlo do uničenja reaktorja, saj so dobili dovolj dokazov o zelo visoki stopnji radioaktivnega sevanja in mnogih primerov izpostavljenosti sevanju. Tako je komite ukazal evakuacijo bližnjega mesta Pripjat. Da bi zmanjšali prtljago, so prebivalcem povedali, da bo evakuacija začasna in naj bi trajala približno tri dni. Tako mesto Pripjat še vedno vsebuje osebne predmete, ki ne smejo biti premaknjeni zaradi sevanja. Gasilci, ki so sodelovali v gašenju požara (po poročanju BBC-jeve televizijske serije »Witness« (Priča)), so v izjavah pred svojo smrto opisali svoje izkušnje s sevanjem. Eden od njih je sevanje opisal kot »okus po kovini« in občutke kot bucike in šivanke po celotnem obrazu.

Voda, ki je bila kar najhitreje črpana v reaktorsko zgradbo v jalovem poskusu gašenja ognja, je stekla iz tal reaktorja v prostor pod njimi. Težava pri tem je bila, da je tleče gorivo in drug material začelo uničevati tla, stanje pa je poslabšalo še metanje materiala iz helikopterjev, kar je delovalo kot talilna peč, saj so se temperature zaradi tega še višale. Če bi ta material prišel v stik z vodo, bi lahko prišlo do termalne eksplozije, ki bi bila hujša od eksplozije samega reaktorja, zaradi tega pa po ocenah v krogu s polmerom več sto kilometrov ne bi bilo možno bivanje vsaj naslednjih 100 let.

Da bi to preprečili, je sovjetska vlada poslala čistilno ekipo likvidatorjev in drugih delavcev. Dva od teh sta bila v mokrih oblekah poslana, da bi odprla ventil za izpust radioaktivne vode in tako preprečila termalno eksplozijo. Oba člana ekipe, podobno kot ostali likvidatorji in gasilci, nista bila seznanjena, v kakšno nevarnost se podajata. Oba sta z izpustom vode rešila milijone ljudi, vendar pred njuno smrto verjetno sploh nista dosegla površja ob povratku.

Najbolj nevarni radioaktivni odpadki so bili zbrani znotraj ostankov reaktorja. Reaktor je bil prekrit z vrečami peska svinca in borove kisline, ki so jih metali s helikopterjev (okoli 5000 ton različnega materiala v tednu po nesreči). Hitro je bil sezidan velik betonski sarkofag, da bi zaščitili reaktor in njegove ostanke.«

(http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilска_nesre%C4%8Da)

Slika 59: Deli kontaminiranega območja razdeljeni v več razredov sevanja in ukrepanja



Vir: http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilска_nesre%C4%8Da

11.2.3 Vzroki

O vzrokih nesreče obstajata dve nasprotujoči uradni razlagi. Prva je okrivila izključno upravljalce v jedrski elektrarni, druga pa je pripisala krivdo zasnovi reaktorja RBMK, predvsem nadzornim palicam. Na obe komisiji so močno pritiscale različne interesne skupine kot so npr.

snovalci reaktorja, osebje elektrarne in vlada. Nekateri neodvisni strokovnjaki menijo, da ni nobena povsem pravilna.

Eden pomembnih dejavnikov, ki so prispevali k nesreči, je bil tudi ta, da upravljavci niso bili obveščeni o težavah z reaktorjem. Po eni izmed izjav so snovalci reaktorja vedeli, da je pri določenih pogojih nevaren, vendar so podatke namerno prikrivali. Poleg tega večina upravljavcev elektrarne ni bila kvalificirana za delo na tej vrsti reaktorja.

Izpostavljena so bila naslednja dejstva:

- Reaktor je imel nevarno velik pozitivni koeficient izpraznitve. To pomeni, da se jedrske reakcije pospešijo, če se v reaktorski hladilni vodi začnejo tvoriti mehurčki pare, kar lahko vodi do nenadzorovane reakcije, če ni ustreznegra posredovanja. Poleg tega pri nizki izhodni električni moči pozitivni koeficient izpraznitve ni bil nadomeščen z drugimi sredstvi, zaradi česar je bil reaktor nestabilen in nevaren. Da je bil reaktor nevaren ob nizki moči je bilo upravljavski ekipi neznano.

- Pomankljivost reaktorja je bila zasnova nadzornih palic. V jedrskem reaktorju se nadzorne palice vstavijo v reaktor, da se verižna reakcija upočasni. V reaktorju RMBK so bili konci nadzornih palic iz grafita, podaljški pa so bili votli in zapolnjeni z vodo. Glavni in najbolj funkcionalen del nadzornih palic, ki absorbira nevronne in s tem upočasnjuje reakcijo pa je bil narejen iz borovega karbida.

- V prvih trenutkih, ko so bile nadzorne palice takšne zaslove vstavljene v reaktor, je bilo hladilo zamenjano z grafitnimi konci. Hladilo (voda), ki je nevtronski absorber, je bilo zamenjano z grafitom, ki pa je nevtronski moderator in pospešuje jedrske reakcije, namesto da bi jih upočasnili. Zato se je v prvih sekundah po aktivaciji nadzornih palic hitrost jedrske reakcije povečala, namesto da bi se zmanjšala. Takšno delovanje je bilo nesmiselno.

- Upravljavci so bili neprevidni in niso upoštevali postopkov vodenja elektrarne, delno tudi zaradi nepoznavanja pomankljive zaslove reaktorja.

- Slaba komunikacija med varnostnimi uslužbenci in upravljavci, ki so vodili poizkus.

(povzeto po http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilска_nesre%C4%8Da)

11.2.4 Posledice

»Zaradi eksplozije je nastal radioaktivni oblak, ki je potoval preko Rusije, Belorusije in Ukrajine, pa tudi preko evropskega dela Turčije, Moldavije, Litve, Švedske, Norveške, Avstrije, Češke in Slovaške, Slovenije, Švice, Nemčije, Italije, Francije in Velike Britanije. Dejansko so prvi dokazi o velikem izpustu radioaktivnih snovi prišli s Švedske in ne iz sovjetskih virov. ... Kontaminacija zaradi černobilске nesreče v okolici ni bila enakomerno razporejena zaradi različnih vremenskih razmer. Poročila sovjetskih in zahodnih znanstvenikov kažejo, da je Belorusija prejela okoli 60% skupne kontaminacije bivše Sovjetske zveze. Kontaminirano je bilo tudi veliko območje Rusije južno od Brjanska in deli severozahodne Ukrajine.

Tako so bili hospitalizirani 203 ljudje, od katerih jih je 31 umrlo (28 zaradi akutne izpostavljenosti sevanju). Večina od teh so bili gasilci in delavci, ki so poskušali obvladati nesrečo, vendar pa niso bili dobro seznanjeni o nevarnostih izpostavljanju radioaktivnemu sevanju. Iz območja je bilo evakuiranih 150.000 ljudi, tudi 50.000 ljudi iz bližnjega mesta Pripiat. Zdravstveni strokovnjaki so ocenili, da se bo v naslednjih 70 letih za 2% dvignila stopnja obolelih za rakom in to pri večini prebivalstva, ki je bila izpostavljena 5 do 12 EBq radioaktivne kontaminacije.«

(http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilска_nesre%C4%8Da)

»Delavci, ki so bili vpleteni v čiščenje in obnovo po nesreči (znani kot »likvidatorji«), so prejeli visoke količine sevanja. Po sovjetskih ocenah je v čiščenju evakuacijskega območja v radiju 30 km okoli žarišča sodelovalo med 300.000 in 600.000 likvidatorjev, veliko od njih pa je v območje prišlo dve leti po nesreči.

Nekateri otroci v kontaminiranih področjih so prejeli visoke količine sevanja, vse do 50 grayjev (Gy), zaradi vnosa radioaktivnega joda-131, kratkoživega izotopa z razpolovnim časom 8 dni in to zaradi krajevno pridelanega kontaminiranega mleka. Več študij v Belorusiji, Ukrajini in

Rusiji je pokazalo, da je močno naraslo število primerov raka na ščitnici pri otrocih. Do sedaj je naraščanje primerov levkemije neznano, vendar naj bi bilo to vidno v naslednjih letih z večjo pogostostjo drugih vrst raka, kar pa statistično ne bo razvidno.«
(http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilska_nesre%C4%8Da)

Zaradi prikrivanja podatkov takratnih sovjetskih oblasti je zelo težko natančno oceniti število žrtev zaradi dogodkov v Černobilu. Seznamo so le delni, saj so sovjetske oblasti kasneje prepovedale zdravnikom navajati »sevanje« kot vzrok smrti na mrliskih listih. Vendar pa se večina pričakovanih smrti sploh še ni dogodila, predvsem pri rakavih obolenjih, zato jih bo težko pripisati tej nesreči. Poročilo Združenih narodov iz leta 2005 navaja 56 neposrednih smrti: 47 delavcev ob nesreči in 9 otrok z rakom ščitnice, ocenjeno

Zaradi slabega ukrepanja so bile posledice veliko hujše, kot bi bile ob pravočasnem ukrepanju. Šef reaktorske ekipe je ocenil, da je reaktor nepoškodovan; odčitki dozimetrov, kosi grafita in reaktorskoga goriva so bili prezrti. Ekipa je poskušala načrpati vodo v reaktor in ker nihče ni nosil zaščitne opreme, so umrli zaradi sevanja tri dni po nesreči. Tudi gasilci, ki so prišli kmalu po nesreči, se niso zavedali, kako radioaktivni so dim in razbitine. Več kot 24 ur po nesreči so spoznali, da je prišlo do uničenja reaktorja in šele 36 ur po nesreči so evakuirali iz območja 30 km okoli elektrarne več kot 150.000 ljudi. ... Iz oblaka, ki se je dvigal iz gorečega reaktorja, so se po Evropi širile številne vrste radioaktivnih snovi, ki so razpadni proizvodi urana: jod-131, cezij-137, stroncij-90 in plutonij-239. Ker je naslednje dni začelo deževati, je dež spral del radioaktivnega oblaka na zemljo. Širše območje Ukrajine in sosednjih držav je postalo radioaktivno onesnaženo. Veter je preostali oblak raznesel po Evropi, predvsem nad Nemčijo in Skandinavijo. Radioaktivni jod-131 najbolj prispeva k dozi na ščitnico in ima kratko razpolovno dobo (8 dni). Radioaktivni cezij-137 ima mnogo daljšo razpolovno dobo (30 let).

1) Akutne zdravstvene posledice:

Zaradi akutnih učinkov sevanja je umrlo 47 ljudi, še 19 pa do leta 2004.

2) Zakasnele zdravstvene posledice:

Po nesreči so zaznali 4000 raka ščitnice, od teh jih je 9 umrlo. Poškodbe ščitnice so s pravočasno razdelitvijo tablet stabilnega joda močno zmanjšali. Ugotovili so tudi majhna povečanja levkemije. Prepričljivega dokaza, da se je zaradi jedrske nesreče povečalo število tumorjev, dednih posledic ali zmanjšala rodnost, ni. Ocenjujejo, da je število ljudi, ki so ali bodo umrli zaradi izpostavljenosti radioaktivnemu sevanju približno 4.000.

3) Psihološke posledice:

Veliko ljudi je imelo travme zaradi hitre preselitve, prekinitve socialnih stikov ter strahu in tesnobe glede zdravstvenih posledic.

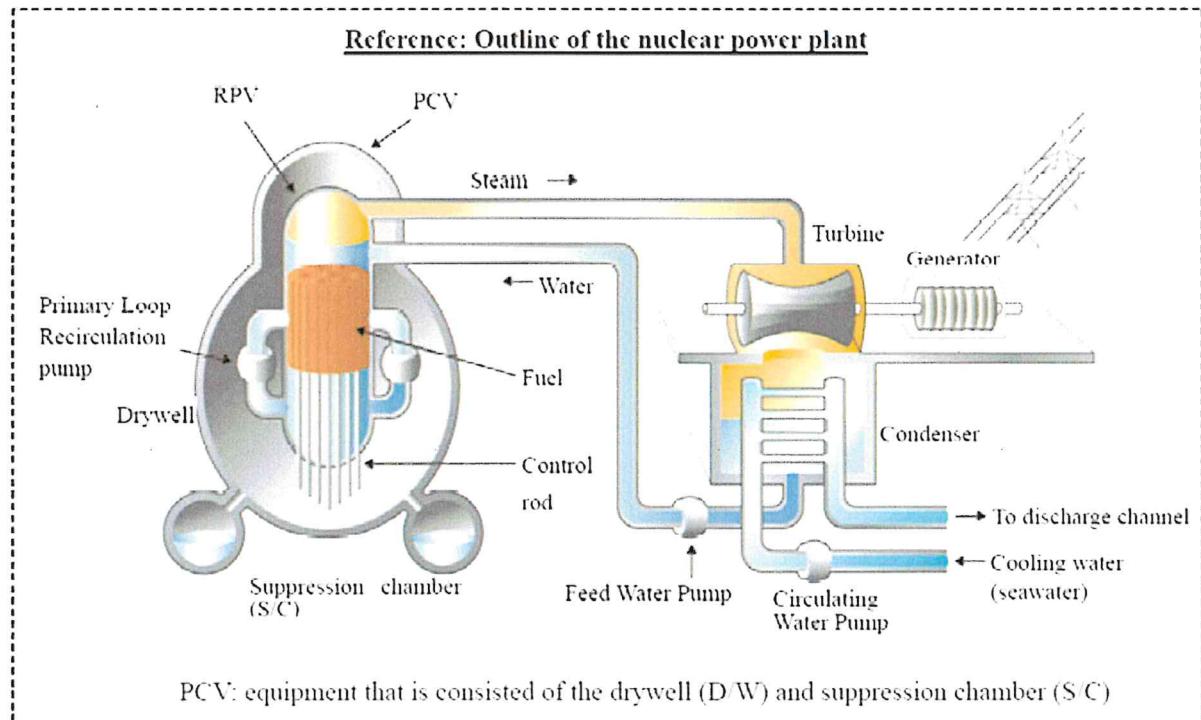
(Povzeto po <http://en.wikipedia.org/wiki/User:U5K0/sandbox>)

Nesreča je vplivala tudi na okolje in gospodarstvo. Mesto Pripjat je zapuščeno in še več stoletij ne bo varno za človeško poselitev. Zato je 30 km izključitveno iziroma prepovedano območje okoli jedrske elektrarne še v veljavi. ... Z radioaktivnimi snovmi je bilo onesnaženo okrog 18.000 km² obdelovalne zemlje.

(Povzeto po <http://en.wikipedia.org/wiki/User:U5K0/sandbox>)

11.3 Nesreča v jedrski elektrarni Fukushima Dai-ichi

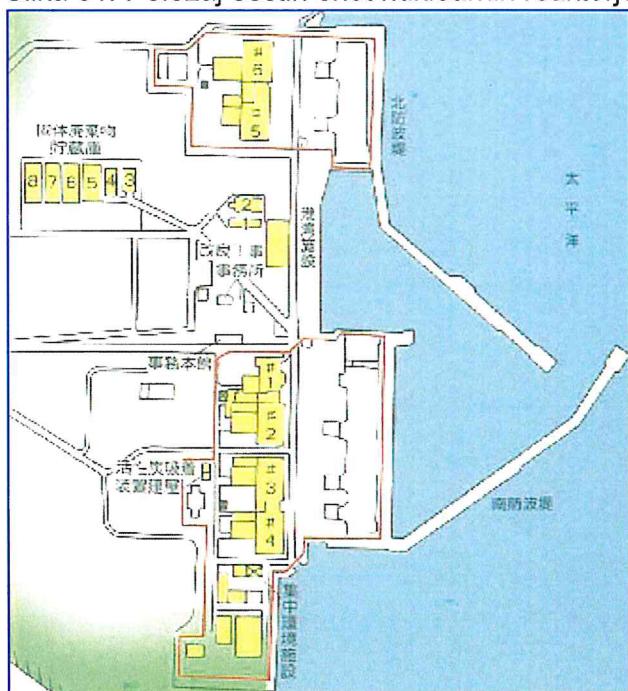
Slika 60: Prikaz vrelnega reaktorja tipa BWR (Boiling Water Reactor) v enem izmed šestih nuklearnih reaktorjev Fukushima Dai-ichi



PCV: equipment that is consisted of the drywell (D/W) and suppression chamber (S/C)

Vir: power point prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013

Slika 61: Položaj šestih enot nuklearnih reaktorjev Fukushima Dai-ichi



Vir: power point prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013

11.3.1 Potek jedrske nesreče

Tik pred potresom in morskim valom (cunamijem) so delovale tri enote jedrskih reaktorjev št. 1, 2 in 3. Enote ostalih treh jedrskih reaktorjev št. 4, 5 in 6 niso delovale. V enoti št. 4 so odstranili jedrsko gorivo iz jedrskega reaktorja v bazen za izrabljeno jedrsko gorivo.

11. marca 2011 ob 14:46. uri se je zgodil potres magnitude 9 na morskem dnu v globini 23,7 km, 130 km od japonske tihomorske obale Sanriku.

Hkrati so se avtomatično ustavile vse tri delajoče enote jedrskih reaktorjev. Enote 1, 2 in 3. Vseh pet zunanjih električnih vodov je bilo izgubljeno in dvanajst varnostnih dizelskih generatorjev je pričelo dovajati enotam jedrske elektrarne potrebno elektriko.

Med 15:27. in 15:35. uro, samo 41 do 49 minut po potresu se je velikanski morski val (cunami) visok med 11,5 in 15,5 m prelil preko morskega zidu pred nuklearno elektrarno višine 10 m, ki je bil projektiran za možen morski val največje višine 5,7 m ter zalil enote reaktorjev nuklearne elektrarne. Uničen je bil sistem obalnih črpalk morske vode. Morska voda je skozi razne odprtine vdrla v notranjost enot jedrskih reaktorjev.

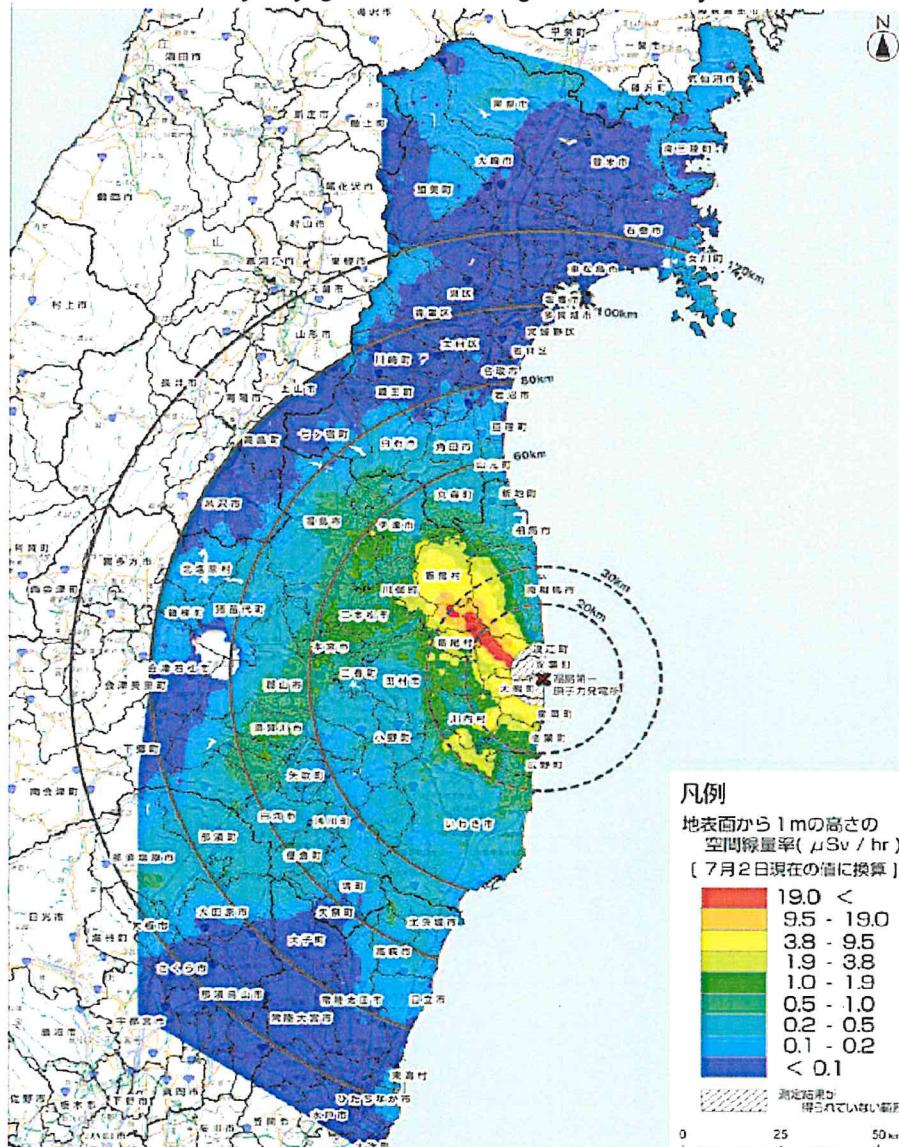
Od dvanajstih varnostnih generatorjev je enajst prenehal delovati in hladilni sistem je prenehal delovati. Deloval je samo generator v enoti 6, ki je pričel dobavljati električno energijo enoti 5. V enotah jedrskih reaktorjev 1, 2 in 3 se je kljub ohlajanju jedrskih reaktorjev preko gasilskev cevi pričelo taliti jedrsko gorivo in v eni izmed enot je prišlo do eksplozije, ki je povzročila velik izpust radioaktivnih snovi v okolje. Možno je tudi, da je staljeno jedrsko gorivo predrlo dno jedrskih reaktorjev in izteklo.

(Povzeto po power pointu prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013)

11.3.2 *Ukrepi*

Veter je nosil radioaktivni oblak v severovhodno smer in to območje tudi najbolj onesnažil.

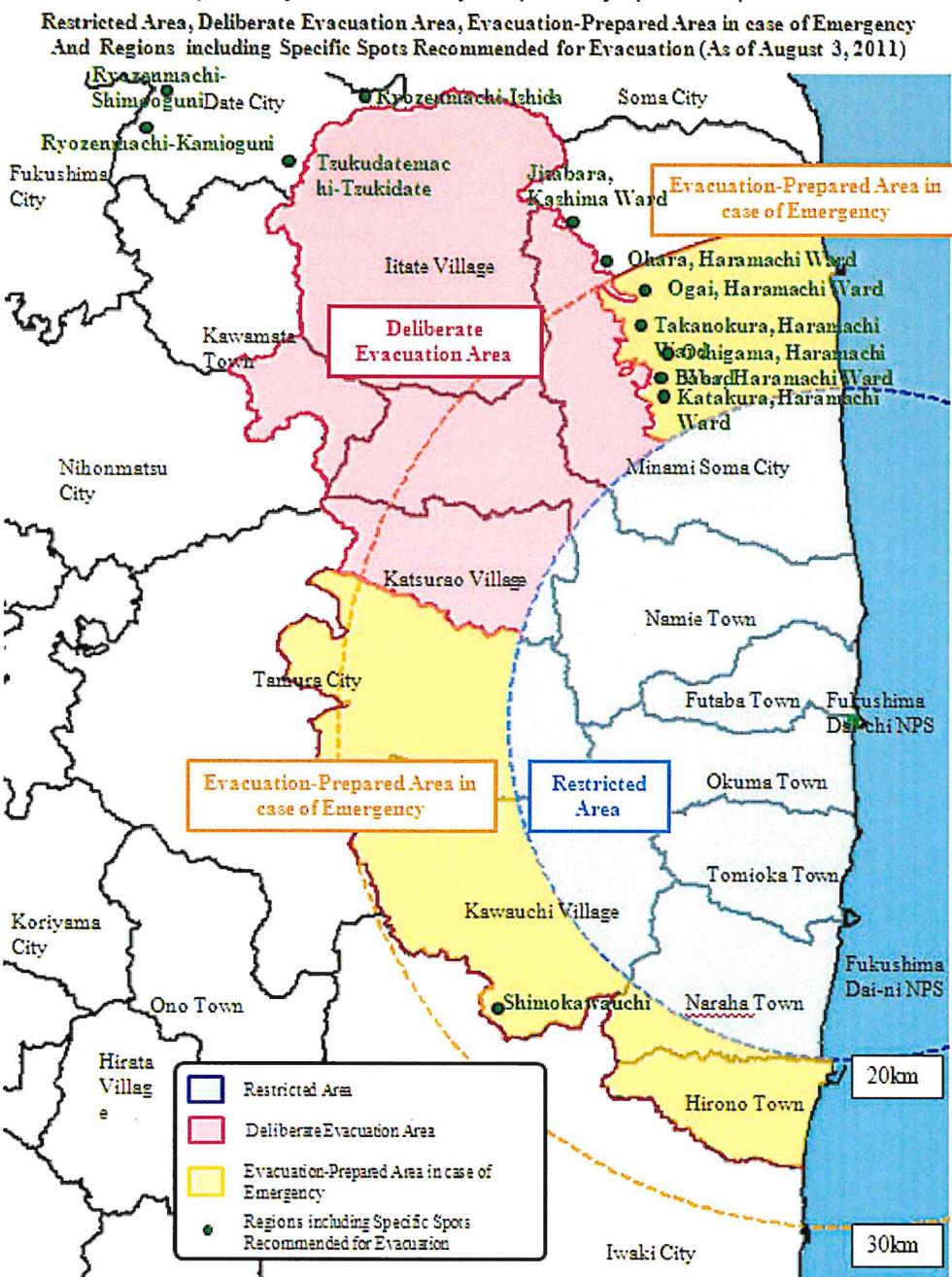
Slika 62: Smer največjega radioaktivnega onesnaženja



Vir: power point prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013

Prebivalstvo je bilo izseljeno v 20 km evakuacijskem pasu in oblasti so odredile zaklanjanje prebivalcev v 30 km pasu od Nuklearne elektrarne Fukushima Dai-ichi.

Slika 63: Novo vzpostavljena evakuacijska področja po 22. aprilu 2011



Vir: power point prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013

Evakuacijsko območje 20 km pasu (Evacuation Area) je bilo 22. aprila 2011 spremenjeno v prepovedano območje (Restricted Area) in vsi dostopi so bili prepovedani in zaprti. Območje zaklanjanja v 30 km pasu (Undoar Sheltering Area) je bilo spremenjeno v pripravljeno območje za izselitev (Evacuation-prepared Areas in Case of Emergency) ter vzpostavljen je bilo tako imenovano previdnostno evakuacijsko območje (Deliberate Evacuation Areas) v smeri večje radioaktivne onesnaženosti, ki jo je povzročil veter s prehodom radioaktivnega oblaka.

Iz prepovedanega območja je bilo izseljeno približno 78.000 prebivalcev in iz previdnostnega evakuacijskega območja še približno 10.000 prebivalcev. (Povzeto po power pointu prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013)

Po mednarodnih kriterijih za radiacijsko zaščito v času jedrske nesreče je v primeru radiacijske obsevanosti 50 mSv predvidena izselitev oziroma evakuacija prebivalcev iz ogroženega področja, v primeru radiacijske obsevanosti 10 mSv pa zaklanjanje prebivalcev.
(Povzeto po power pointu prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013)

Regionalne oblasti Fukushima (Fukushima Prefecture) so dostavile tablete kalijevega jodida naseljem v oddaljenosti 50 km od Nuklearne elektrarne Fukushima Dai-ichi, toda prebivalci jih niso zaužili, ker je bila evakuacija že končana. (Povzeto po power pointu prof.dr. Kenkichi Hirosea s predavanja v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013)

11.3.3 Posledice

Meritve, ki so bile narejene na več lokacijah po Japonski so pokazale prisotnost radioaktivnih elementov v zemlji. Marca 2011 so znašale namerjene vrednosti radioaktivnih snovi v zemlji znotraj 30 km pasu od prizadete elektrarne, 400-krat več od normalne vrednosti. Zaradi dolge razpolovne dobe cezija, zemlja najverjetneje še dolgo ne bo uporabna.
(Povzeto po <http://en.wikipedia.org/wiki/User:U5K0/sandbox>)

12. PREDLOGI ZA IZVAJANJE ZAŠČITE, REŠEVANJA, POMOČI IN ODPRAVO POSLEDIC JEDRSKE ALI RADIOLOŠKE NESREČE

Zaradi neposredne bližine NEK je občina Brežice neposredno ogrožena zaradi možne jedrske ali druge nesreče, ki bi lahko povzročile radioaktivno sevanje. Zato je potrebno načrtovati zaščitne ukrepe, ki zajemajo:

- ukrepe radiacijske zaščite,
- organizirano evakuacijo prebivalcev iz radioaktivno onesnaženega oziroma kontaminiranega področja,
- zaklanjanje prebivalcev in živine na ogroženem področju,
- razdelitev tablet kalijevega jodida z namenom pravočasne uvedbe zaščitnega ukrepa jodne profilakse oziroma zaužitja tablet kalijevega jodida za prebivalce do 40 let starosti, v primeru potrebe,
- prehrambene zaščitne ukrepe;
- organizacijo sprejema in oskrbe evakuiranih prebivalcev.

LITERATURA IN VIRI

LITERATURA

- ČOPIČ, Milan, GABROVŠEK, Zdravko. 1982. Nuklearna elektrarna Krško. Krško: Nuklearna elektrarna Krško.
- DIMIC, Viktor. 1995. Elektrika iz jedrskih elektrarn. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica. ISBN 86-7707-066-4.
- MARUŠIČ, Ivan et al. 1998. Krajine subpanonske regije. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor RS, Urad RS za prostorsko planiranje. ISBN 961-90555-7-8.
- MARUŠIČ, Ivan et al. 1998. Krajine predalpske regije. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor RS, Urad RS za prostorsko planiranje. ISBN 961-90555-6-8.
- MARUŠIČ, Ivan et al. 1998. Kraške krajine notranje Slovenije. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor RS, Urad RS za prostorsko planiranje. ISBN 961-90555-8-6.

- ŠEBEK, Živko. 2009. Krško – življenje z reko Savo. Krško: Zavod Neviodunum. ISBN 978-961-6784-00-9.

VIRI

- Agencija Republike Slovenije za okolje. Najpogostejše smeri vetra na merilnem mestu NEK v letu 2012 na višini 10 m. Renato Bertalanič. Poslano po elektronski pošti 10.04.2013 ob 10:46 od renato.bertalanic@gov.si na roman.zaksek@brezice.si
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečna hitrost vetra na merilnem mestu NEK v letu 2012 na višini 10 m. Renato Bertalanič. Poslano po elektronski pošti 10.04.2013 ob 10:46 od renato.bertalanic@gov.si na roman.zaksek@brezice.si
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečna letna temperatura zraka. (Online). (13.feb. 2013; 12:46). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4013.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečna letna višina padavin. (Online). (13.feb. 2013; 12:51). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4028.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečno število dni s snežno odejo. (Online). (13.feb. 2013; 12:58). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4034.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečno trajanje sončnega obsevanja - pomlad. (Online). (13.feb. 2013; 13:06). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4038.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečno trajanje sončnega obsevanja - poletje. (Online). (13.feb. 2013; 13:11). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4039.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečno trajanje sončnega obsevanja - jesen. (Online). (13.feb. 2013; 13:16). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4040.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečno trajanje sončnega obsevanja - zima. (Online). (13.feb. 2013; 13:22). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4041.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Povprečna letna hitrost vetra na 10-ih m nad tlemi. (Online). (13.feb. 2013; 13:22). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4042.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Potresna aktivnost v Sloveniji: Močni potresi v preteklosti. (Online). (21.feb. 2013; 09:16). Dostopno na spletnem naslovu:
http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20aktivnost/Mo%c4%8dn_potresi_v_preteklosti.pdf
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Karta potresne nevarnosti: Projektni pospešek tal. (Online). (21.feb. 2013; 10:29). Dostopno na spletnem naslovu:
http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/projektni_pospesek_tal.html
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Intenziteta (EMS-98) za uporabo v sistemu zaščite in reševanja. (Online). (21.feb. 2013; 10:37). Dostopno na spletnem naslovu:
http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/intenzitete_potresov.html
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Karta intenzitete (MSK-64), veljavna 1987 - 2007. (Online). (21.feb. 2013; 10:43). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/intenziteteMKS64.html>
- Agencija Republike Slovenije za okolje. Tolmač karte potresne nevarnosti Slovenije: Potresna nevarnost Slovenije. (Online). (21.feb. 2013; 10:43). Dostopno na spletnem naslovu:
http://www.arso.gov.si/potresi/podatki/tolmac_pospeska_tal.html
- BREŠČAK, Danilo. 1997. Gradec nad Mihovim. (Online). (5. sep. 2009; 22:09). Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.feltna.com/Korenina/Poti/Izleti/Bajke/dediscina/gradec.htm>.

- DRVENKAR, Dražen et. al. 2010. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Mokrice 2010 – 2019: Gospodarske in druge dejavnosti, povezane z gozdom: Poselitev. Brežice: Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice.
- DRVENKAR, Dražen et. al. 2010. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Mokrice 2010 – 2019: Vegetacijski oris gozdnogospodarske enote. Brežice: Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice.
- DRVENKAR, Dražen et. al. 2010. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Mokrice 2010 – 2019: Opis naravnih razmer: Matična podlaga in tla. Brežice: Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice.
- Flajnik David. 2013. Poslana elektronska pošta 11. aprila 2013 ob 7:53. uri iz elektronskega poštnega naslova david.flajnik@brezice.si na elektronski poštni naslov roman.zaksek@brezice.si o dolžini državnih oziroma regionalnih cest v občini Brežice.
- GOOGLE. Slike za poizvedbo jedrski reaktor RBMK. (Online). (29.mar. 2013; 09:41). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.google.si/search?q=jedrski+reaktor+RBMK&hl=sl&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=2IJVUe2mM8Hbswba0IDgAg&ved=0CEYQsAQ&biw=1389&bih=904>
- HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI: Tehnične specifikacije HE Boštanj. (Online). (13. apr. 2013;13:01) Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.he-ss.si/he-bostanj-tehnicne-specifikacije.html>
- HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI - HESS: Tehnične specifikacije HE Arto-Blanca. (Online). (13. apr. 2013;13:06) Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.he-ss.si/he-blanca-tehnicne-specifikacije.html>
- HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI: Tehnične specifikacije HE Krško. (Online). (13. apr. 2013;13:11) Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.he-ss.si/he-krsko-tehnicne-specifikacije.html>
- HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI – HESS: Ocena ogroženosti HE Krško. Brežice: Hidroelektrarne na spodnji Savi d.o.o.
- Kakovost podzemne vode v Sloveniji v letu 2007 in 2008: Ocena kemijskega stanja in trendov vodnega telesa podzemne vode 1003 – Krška kotlina. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO. (Online). (Citirano 20. feb. 2013; 15:27). Dostopno na spletnem naslovu:
<http://www.arsa.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/1003.pdf>
- Kenkichi Hirose. Predavanje o jedrski nesreči v Fukushima, v Krškem med 11:00. in 14:00. uro, 12.03.2013 v organizaciji Občine Krško.
- Komunala Brežice. 2013. Občinski program razvoja javnega vodovodnega sistema.
- Nuklearna elektrarna Krško. 1993. Skrajšano končno varnostno poročilo: Sprememba struge. Krško: Nuklearna elektrarna Krško.
- Nuklearna elektrarna Krško. 2012. Nadzor radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2011.
- Nuklearna elektrarna Krško. 2012. Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku.
- Nuklearna elektrarna Krško. (Online). (25. feb. 2013: 18:55). Dostopno na spletnem naslovu: www.nek.si.
- Nuklearna elektrarna Krško. 2013. Pripombe na osnutek Ocene ogroženosti Občine Brežice zaradi radiološke nevarnosti. Krško: Dopis Nuklearne elektrarne Krško št. ING.DOV-130.13/4777 z dne 27.05.2013.
- Občina Brežice. Brežiški turizem 2024 v številkah in besedi: Povečanje deleža tujih turistov in porast prihodov izven glavne turistične sezone. (Online). (6. februar 2025; 12:13). Dostopno na spletnem naslovu:<https://www.brezice.si/sl/novice/2025013011182497/breziski-turizem-2024-v-stevilkah-in-besedi:-povecanje-deleza-tujih-turistov-in-porast>.
- Občinska uprava Občine Brežice, Cesta prvih borcev 18, 8250 Brežice
- Ocena potresne ogroženosti Republike Slovenije – verzija 1.0. 2006. Ljubljana: Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje.
- Osebne ugotovitve in spoznanja avtorja, Romana Zakška ob skupinskem ogledu NEK, 23.11.2012 v organizaciji Občine Krško.

- REALIS d.o.o., upravljavec spletnega portala PISO. Občina Brežice. (Online). (15.feb. 2013; 13:44). Dostopno na spletnem naslovu: https://www.geoprostor.net/piso_int/ewmap.asp?obcina=BREZICE
- Regijski načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči v Posavju – verzija 3.0. 2011.
- Republika Slovenija, Ministrstvo za notranje zadeve, Direktorat za notranje zadeve, migracije in naturalizacijo, Sektor za registracijo prebivalstva – centralni register prebivalstva
- Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje. 2013. Sloveniji najbliže jedrske elektrarne – tabela. (Online). (6. maj 2013; 08:58). Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.sos112.si/slo/page.php?src=og13.htm>
- Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje. 2012. Državna ocena ogroženosti ob pojavu posebno nevarnih bolezni živali. Ljubljana: Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje.
- SKRAJŠANO KONČNO VARNOSTNO POROČILO. 1993. Krško: Nuklearna elektrarna Krško.
- Statistični urad RS. 2025. Občina Brežice. (Online). (6.feb. 2025; 12:18). Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.stat.si/obcine/sl/Municip/Index/14>.
- ŠIMIC, Roman. 2004. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Pišece 2002 – 2011: Opis naravnih razmer: Vegetacijski oris gospodarske enote. Brežice: Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice.
- ŠIMIC, Roman. 2004. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Pišece 2002 – 2011: Opis naravnih razmer: Matična podlaga in tla. Brežice: Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice.
- ŠIMIC, Roman. 2004. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Pišece 2002 – 2011: Druge dejavnosti v prostoru: Poselitev. Brežice: Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Brežice.
- Veterinarska uprava RS pri Ministrstvu za kmetijstvo in okolje RS. Za prebivalce in pravne osebe: Zdravje živali: Mesečna poročila o pojavih bolezni v RS (Online). (28. feb. 2013; 10:36). Dostopno na spletnem naslovu:
- Wikipedia. Černobilnska nesreča. (Online). (28.mar. 2013; 13:03) Dostopno na spletnem naslovu: (http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cernobilnska_nesre%C4%8Da)
- Wikipedia. Vzroki in posledice nesreče. (Online). (29.mar. 2013; 11:58) Dostopno na spletnem naslovu: <http://en.wikipedia.org/wiki/User:U5K0/sandbox>
- Wikipedia. Vplivi na okolje. (Online). (29.mar. 2013; 12:29) Dostopno na spletnem naslovu: <http://en.wikipedia.org/wiki/User:U5K0/sandbox>
- Zakon o veterinarstvu. 1994. 8. člen: Vrste kužnih bolezni živali. Ljubljana: Državni zbor RS

POMEN KRATIC

JEK – Jedrska Elektrarna Krško
NEK – Nuklearna Elektrarna Krško
NE Krško – Nuklearna Elektrarna
PMF – Probable Maximal Flood
RS – Republika Slovenija