



ELEKTROINŠTITUT MIŠAN VIDMAR

*Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za vplive elektroenergetskih
naprav na okolje*

**ANALIZA OBREMENJEVANJA OKOLJA
Z ELEKTROMAGNETNIM SEVANJEM ZA 110 kV KABELSKO
POVEZAVO MED RTP PCL IN RTP CENTER**

Poročilo: VENO 3697

Ljubljana, maj 2017



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo

Ljubljana

*Oddelek za vplive elektroenergetskih
naprav na okolje*

**ANALIZA OBREMENJEVANJA OKOLJA
Z ELEKTROMAGNETNIM SEVANJEM ZA 110 kV KABELSKO
POVEZAVO MED RTP PCL IN RTP CENTER**

Poročilo: VENO 3697

Ljubljana, maj 2017

Direktor:

dr. Boris ŽITNIK, univ. dipl. inž. el.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Besedilo smo oblikovali z:

- Microsoft Word 2013, podjetja Microsoft Corporation,
- Microsoft Excel 2013, podjetja Microsoft Corporation.

Izračune elektromagnetnega polja smo opravili s programskim orodjem:

- EFC – 400PS, Magnetic and Electric Field Calculation, Noise calculation, podjetja Narda Safety Test Solutions GmbH

Za prostorsko analizo smo uporabili program:

- AutoCAD Map 3D 2017, AutoDesk.

Pooblastila:

- Certifikat ISO 9001:2008 in ISO 14001:2004 za razvojno-raziskovalno dejavnost, inženiring, svetovanje, strokovno ocenjevanje ter preskušanje na področju elektroenergetike in splošne energetike, številka certifikata 12 100/104 23886 TMS, veljaven do 10.11.2015.
- Pooblastilo za izvajanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa za nizkofrekvenčne vire elektromagnetnega sevanja, številka pooblastila: 35459-1/2009-4, dne 25.5.2009, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Pooblastilo za izvajanje prvih meritev in obratovalnega monitoringa hrupa za vire hrupa, številka pooblastila: 35445-3/2009-2, dne 13.5.2009, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Pooblastilo za ocenjevanje hrupa z modelnim izračunom, številka pooblastila: 35445-4/2010-2, dne 15.10.2012, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Pooblastilo/dovoljenje za delo za opravljanje strokovnih nalog varnosti pri delu iz 2. Člena Pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja za delo za opravljanje strokovnih nalog varnosti pri delu, številka dovoljenja 10202/00044/2003, z dne 15.12.2003 ter številka odločbe 02039-68/2006, z dne 7.7.2006, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve.
- Odločba za ugotavljanje skladnosti proizvodov v skladu z 11. členom Pravilnika o elektromagnetni združljivosti (Ur. l. RS št.: 132/06), številka odločbe: 3201-3/2004-8, z dne 26.11.2007, Ministrstvo za gospodarstvo.
- Akreditirane postopke po zahtevah standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005, številka akreditacijske listine LP-063

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2017.

Vsebina poročila predstavlja izvirne podatke Laboratorija OVENO. Vse pravice so pridržane. Noben del tega poročila se ne sme razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi brez poprejšnjega pisnega dovoljenja Elektroinštituta Milan Vidmar.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Naslov: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center

Oznaka poročila: VENO 3697

Naročilo: Pogodba št.: 26/2009, z dne 25.5.2009

Delovni nalog: 209627

Naročnik: **ELEKTRO LJUBLJANA**
Podjetje za distribucijo električne energije, d.d.
Slovenska c. 58, 1000 Ljubljana

Odgovorni pri naročniku: ga. Darija RUS JAMNIK, dipl. inž. el.

Naslov izvajalca: **ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR**
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo,
Hajdrihova ulica 2, Ljubljana

Odgovorni nosilec: dr. mag. Primož HROBAT, univ. dipl. inž. el.

Izdelali: mag. Karol GRABNER, univ. dipl. inž. el.,
mag. Breda CESTNIK, univ. dipl. inž. el.,
Jaka NARDIN, dipl. inž. el.

Obseg poročila: VIII, 64 strani

Število izvodov: 5 + 2×CD

Datum izdelave: maj 2017

Vodja oddelka:

dr. mag. Primož HROBAT, univ. dipl. inž. el.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana, 2017.

KAZALO

1	PODATKI O NOSILCU POSEGA IN PREDLOŽENEM POROČILU TER POVZETEK UREDBE O EMS.....	1
1.1	Podatki o nazivu posega in njegovem namenu	1
1.2	Podatki o nosilcu posega.....	1
1.3	Podatki o osebah, ki so izdelale poročilo	1
1.4	Povzetek določil <i>Uredbe o EMS</i>	1
1.5	Podatki o prostorskem aktu, ki je podlaga za umestitev posega v prostor	4
2	PODATKI O VRSTI IN ZNAČILNOSTIH POSEGA, KI JE PREDMET PRESOJE VPLIVOV NA OKOLJE.....	7
2.1	Opis lokacije in obsega posega	7
2.2	Opis tehničnih podatkov posega.....	7
2.3	Opredelitve virov sevanja in stopenj varstva pred sevanjem po določilih <i>Uredbe o EMS</i>	13
3	PODATKI O GLAVNIH ALTERNATIVNIH REŠITVAH, KI SO BILE V ZVEZI S POSEGOM PROUČENE IN RAZLOGIH ZA IZBOR PREDLOŽENE REŠITVE	19
4	PODATKI O OBSTOJEČEM STANJU OKOLJA, V KATEREGA SE POSEG UMEŠČA, OZIROMA DELIH OKOLJA, NA KATERE BI POSEG LAHKO POMEMBNO VPLIVAL	21
4.1	Opis sedanjega stanja s stališča EMS	21
4.2	Obstoječe obremenitve okolja z EMS	24
5	PODATKI O MOŽNIH VPLIVIH POSEGA NA OKOLJE OZIROMA NJEGOVE DELE IN ZDRAVJE LJUDI TER MOŽNIH UČINKIH TEH VPLIVOV GLEDE OBREMENITVE OKOLJA	27
5.1	Postopek ugotavljanja pričakovanih vplivov EMS na okolje	27
5.2	Splošni izračuni lastne emisije	27
5.3	Analiza splošnih izračunov lastne emisije	36

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

5.4	Ocena celotne obremenitve	50
6	OCENA VPLIVOV NA OKOLJE.....	55
6.1	Smernice za vrednotenje obremenjevanja okolja z EMS	55
6.2	Vrednotenje obremenjevanja naravnega in življenjskega okolja z EMS	55
7	PODATKI O UKREPIH ZA PREPREČITEV, ZMANJŠANJE ALI ODPRAVO NEGATIVNIH VPLIVOV POSEGA IN MOŽNIH NEGATIVNIH UČINKOV NA OKOLJE IN ZDRAVJE LJUDI TER GLAVNIH ALTERNATIVAH, KI SO BILE GLEDE TEH UKREPOV PROUČENE	57
8	PODATKI O DOLOČITVI OBMOČJA, NA KATEREM POSEG POVZROČA OBREMENITVE OKOLJA, KI LAHKO VPLIVAJO NA ZDRAVJE IN PREMOŽENJE LJUDI	59
9	POLJUDNI POVZETEK PODATKOV, NAVEDENIH V POSAMEZNIH POGLAVJIH	61
10	SKLEPNI DEL (VIRI PODATKOV IN INFORMACIJ, UPORABLJENIH ZA PRIPRAVO POROČILA)	63



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

POVZETEK

Poročilo vsebuje oceno vplivov elektromagnetnega sevanja na okolje za poseg izgradnje 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center. Izdelano je na podlagi pridobljenih podatkov od investitorja z upoštevanjem določil *Zakona o varstvu okolja*, *Energetskega zakona* in njunih podzakonskih aktov.

Ključne besede: elektromagnetna polja, izračuni, ocena pričakovanega obremenjevanja okolja, KBV.



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

1 PODATKI O NOSILCU POSEGA IN PREDLOŽENEM POROČILU TER POVZETEK UREDBE O EMS

1.1 Podatki o nazivu posega in njegovem namenu

Podatki o posegu so povzeti po projektni dokumentaciji za pridobitev mnenja soglasodajalcev 110 kV povezave med RTP PCL in RTP Center, št. elaborata: DK09---1P/01, št. projekta: DK09-A572/164, št. mape: DK09---1P/M01, IBE, oktober 2016 [1].

Obstoječemu oljnemu trižilnemu kablu med TE-TOL in PCL se izteka življenjska doba, zato ga je treba zamenjati. Ker kabel poteka po močno urbanem območju in ni nameščen v kabelsko kanalizacijo, temveč je vkopan, namestitev novega kabla na isti trasi ni mogoča.

Nova trasa bo omogočala gradnjo in montažo 110 kV povezave med TE-TOL in RTP Center, ter gradnjo in montažo 110 kV dela povezave od RTP Center do RTP Vrtača ali RTP Šiška.

Predmetno poročilo obravnava odsek 110 kV kabelske trase RTP PCL-RTP Center v dolžini približno 1,09 km [1].

1.2 Podatki o nosilcu posega

Naročnik poročila in nosilec obravnavnega posega je:

Naziv:	ELEKTRO LJUBLJANA, Podjetje za distribucijo električne energije, d.d.
Naslov:	Slovenska c. 58, 1000 Ljubljana
Predsednik uprave:	mag. Andrej Ribič
Šifra dejavnosti:	D35.130 - Distribucija električne energije

Odgovorna oseba je ga. Darija RUS JAMNIK, dipl. inž. el..

1.3 Podatki o osebah, ki so izdelale poročilo

Poročilo so izdelali: mag. Karol GRABNER, univ. dipl. inž. el., mag. Breda CESTNIK, univ. dipl. inž. el. in Jaka NARDIN, dipl. inž. el. iz Elektroinštituta Milan Vidmar, Hajdrihova 2, Ljubljana.

1.4 Povzetek določil Uredbe o EMS

Način obravnavanja naprav, ki pri svojem obratovanju povzročajo elektromagnetno polje, obravnava *Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju* (Ur. l. RS 70/1996) [25] (v nadaljevanju *Uredba o EMS*). Njena določila veljajo v naravnem in

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

življenjskem okolju, ki je neovirano dostopno ljudem. Obravnavana so vsa elektromagnetna sevanja, ki so posledica delovanja virov sevanja.

Med nizkofrekvenčne vire sevanja se glede na določila 2. člena *Uredbe o EMS* uvrščajo vsi objekti ali naprave, ki delujejo pri nazivni napetosti višji od 1 kV, in sicer v frekvenčnem območju od 0 Hz do 10 kHz.

Določila *Uredbe o EMS* zagotavljajo varovanje naravnega in življenjskega okolja pred vplivi elektromagnetnega sevanja v dveh delih. Prvi del varovanja okolja se nanaša na aktivnosti pred gradnjo vira sevanja. Investitor mora v tej fazi, glede na določila 16. člena *Uredbe o EMS*, pridobiti oceno o vplivih elektromagnetnega sevanja na okolje, ki je podlaga za pridobitev okoljevarstvenega soglasja.

Drugi del pa se nanaša na aktivnosti po izgradnji. Pred pridobitvijo uporabnega dovoljenja mora investitor, glede na določila 17. člena *Uredbe o EMS* in *Pravilnika o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje* [26] (v nadaljevanju: *Pravilnik o EMS*), zagotoviti prve meritve elektromagnetnega sevanja.

Način določanja in vrednotenje obremenitve okolja z elektromagnetnim sevanjem, ki je posledica delovanja vira sevanja, sta podrobneje določena v IV. poglavju *Uredbe o EMS*. Podlago vrednotenju obremenitve okolja z elektromagnetnim sevanjem predstavljajo mejne vrednosti iz *Uredbe o EMS*. Te se izberejo glede na rabo prostora, v katerega je vir sevanja umeščen, in glede na frekvenco, s katero deluje.

Podatki o vrsti rabe prostora so potrebni za določitev stopenj varstva pred sevanjem. Glede na določila 3. člena *Uredbe o EMS* se obravnavno področje deli na:

- območje, ki je opredeljeno kot območje, na katerem velja I. oziroma povečana stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem. I. stopnja varstva pred sevanjem velja za I. območje, ki potrebuje povečano varstvo pred sevanjem. I. območje je območje bolnišnic, zdravilišč, okrevališč ter turističnih objektov, namenjenih bivanju in rekreaciji, čisto stanovanjsko območje, območje objektov vzgojno-varstvenega in izobraževalnega programa ter programa osnovnega zdravstvenega varstva, območje igrišč ter javnih parkov, javnih zelenih in rekreacijskih površin, trgovsko-poslovno-stanovanjsko območje, ki je hkrati namenjeno bivanju in obrtnim ter podobnim proizvodnim dejavnostim, javno središče, kjer se opravljajo upravne, trgovske, storitvene ali gostinske dejavnosti, ter tisti predeli območja, namenjenega kmetijski dejavnosti, ki so hkrati namenjeni bivanju (v nadaljnjem besedilu: I. območje),
- območje, ki je opredeljeno kot območje, na katerem velja II. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem. II. stopnja varstva pred sevanjem velja za II. območje, kjer je dopusten poseg v okolje, ki je zaradi sevanja bolj moteč. II.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

območje je zlasti območje brez stanovanj, namenjeno industrijski ali obrtni ali drugi podobni proizvodni dejavnosti, transportni, skladiščni ali servisni dejavnosti ter vsa druga območja, ki niso v prejšnjem odstavku določena kot I. območje (v nadaljnjem besedilu: II. območje).

Upoštevajoč glavne lastnosti elektroenergetskih naprav in določila 2. člena *Uredbe o EMS*, se obravnava elektromagnetnega sevanja deli na:

- električno polje – ki se opiše z električno poljsko jakostjo (E) [V/m] in
- magnetno polje – ki se opiše z gostoto magnetnega pretoka (B) [T].

Mejne vrednosti električne poljske jakosti (E) in gostote magnetnega pretoka (B), ki jih naprave lahko povzročajo v okolju, so določene v 4. členu *Uredbe o EMS* v tabeli 1 in tabeli 2, po katerih za elektroenergetske naprave lahko povzamemo mejne efektivne vrednosti E in B , podane v tabeli 1.1.

Tabela 1.1: Mejne vrednosti, povzete po *Uredbi o EMS* ($f = 50$ Hz).

	I. območje – novi in rekonstruirani viri sevanja	II. območje – novi in rekonstruirani vire sevanja in I. in II. območje – obstoječi viri sevanja
Za električno polje (E)	500 V/m	10.000 V/m
Za magnetno polje (B)	10,0 μ T	100,0 μ T

Kjer analizirani kablovod poteka čez območja pomembnosti obstoječih virov sevanja, je treba pozornost nameniti tudi analizi celotne obremenitve okolja z elektromagnetnim sevanjem, zaradi obratovanja vseh virov sevanja. Na območju obstoječih pomembnih virov sevanja veljajo za celotno emisijo enake mejne vrednosti kot za obstoječe vire sevanja. Območje pomembnosti vira sevanja je v 10. členu *Uredbe o EMS* določeno kot območje, kjer je prispevek nizkofrekvenčnega vira sevanja najmanj v enem frekvenčnem območju večja od 20 % vrednosti, ki je kot mejna vrednost za nove nizkofrekvenčne vire.

V oceni vplivov elektromagnetnega polja, ki se ocenijo na podlagi računskega postopka vrednotenja, se morajo, glede na določila 10. člena *Uredbe o EMS*, upoštevati tisti podatki o normalnem obratovanju vira sevanja, ki imajo za posledico najneugodnejše možno obremenjevanje okolja s sevanjem.

Investitor mora pri načrtovanju, gradnji ali rekonstrukciji vira sevanja upoštevati tudi določila 19. člena *Uredbe o EMS*, ki zahteva izbiro takšnih tehnično možnih rešitev, ki zagotavljajo, da mejne vrednosti niso presežne, in hkrati omogočajo najnižjo tehnično dosegljivo obremenitev okolja zaradi sevanja.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

1.5 Podatki o prostorskem aktu, ki je podlaga za umestitev posega v prostor

Podlaga za umestitev 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center v prostor je urejena z *Odlokom o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana - Izvedbeni del (Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 22/11 - popr., 43/11-ZKZ-C, 53/12 - obv. razl., 9/13, 23/13 - popr., 72/13 - DPN, 71/14 - popr., 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN, 88/15 - DPN, 95/15, 38/16 in 63/16); v nadaljnjem besedilu OPN MOL* [4].

V nadaljevanju navajamo relevantne navedbe, ki se tičejo izdelave tega poročila.

54. člen (gradnja sistema električne energije) navaja v:

- drugi točki, da je dopustna gradnja objektov sistema električne energije nazivne napetosti 110 kV in več, na območjih in trasah, ki so določena na *karti 4.5 »Sistem električne energije«* in, da so zaradi prostorskih in tehničnih zahtev dopustna manjša odstopanja na podlagi soglasja organa Mestne uprave MOL, pristojnega za urejanje prostora.
- četrto točko, da se novo omrežje sistema električne energije nazivne napetosti 110 kV znotraj avtocestnega obroča, kolikor je to mogoče, gradi v podzemni izvedbi.

Trasa je bila s projektom [1, 6, 13] delno spremenjena. Urbanistično mnenje Oddelka za urejanje prostora Mestne občine Ljubljana, dopušča spremembo trase v skladu s pogoji upravljavcev in ob pridobitvi soglasij za spremenjeno ureditev [8].



Slika 1.1: Trasa 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center iz OPN MOL.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Karto 4.5 »Sistem električne energije« smo prevzeli na interni strani Ministrstva za okolje in prostor¹, dne 18.1.2017. Trasa iz OPN pred spremembo je označena z rumeno črtkano črto, spremenjena trasa pa je označena z modro črto.

47. člen (varovalni pasovi in koridorji okoljske, energetske in elektronske komunikacijske gospodarske javne infrastrukture) navaja v:

- prvi točki, da je varovalni sistem električne energije za podzemni kabelski sistem nazivne napetosti 110 kV in 35 kV enak 3,00 m,
- drugi točki, da je varovalni pas zemljiški pas na vsaki strani osi linijskega voda,
- tretji točki, da je treba v varovalnih pasovih posameznih infrastrukturnih omrežij upoštevati predpise s področja graditve, obratovanja in vzdrževanja infrastrukturnih objektov ter predpise, ki določajo pogoje in omejitve gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območjih varovalnih pasov. Posegi v varovalnih pasovih so dopustni na podlagi soglasja pristojnega izvajalca gospodarske javne službe infrastrukturnega omrežja,
- četrti točki, da v varovalnih pasovih sistema električne energije ni dopustna gradnja:
 - bolnišnic, zdravilišč, okrevališč in turističnih objektov, namenjenih bivanju in rekreaciji, ter stanovanjskih objektov,
 - objektov vzgojno-varstvenega in izobraževalnega programa ter programa osnovnega zdravstvenega varstva,
 - objektov, kjer se opravljajo upravne, trgovske, storitvene ali gostinske dejavnosti,
 - otroških igrišč in javnih parkov, javnih zelenih in rekreacijskih površin, ki so namenjene za zadrževanje večjega števila ljudi,
 - objektov, v katerih je vnetljiv material, na parkiriščih pod daljnovodi pa je prepovedano parkiranje vozil, ki prevažajo vnetljive, gorljive in eksplozivne materiale,
- peti točki, da za vse vrste gradenj (novogradnje, nadzidave, dozidave) in za spremembe namembnosti, ki posegajo v varovalne pasove obstoječega sistema električne energije in v varovalne koridorje obstoječih elektronskih komunikacijskih oddajnih sistemov, je treba pridobiti dokazilo pooblaščen organizacije, da niso prekoračene mejne vrednosti dopustnih vrednosti elektromagnetnega sevanja v skladu s predpisi s področja elektromagnetnega sevanja v okolju.

V navezavi z 47. členom OPN MOL ID se upoštevajo tudi zahteve *Pravilnika o pogojih in omejitvah gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območju varovalnega pasu elektroenergetskih omrežij* (Uradni list RS, št. 101/10 in 17/14 – EZ-1), ki v:

¹ http://arhiv.mm.gov.si/mop/interno/obcinski_akti/veljavni_opn/ob_ljubljana/OPN/, dne 7.10.2015.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

- 3. členu (*vrste pogojev in omejitev*) v 2. točki navaja, da se pogoji in omejitve na območjih, za katera je prostorski akt, namenjen gradnji elektroenergetskega omrežja, že sprejet, določajo s smernicami za načrtovanje prostorskih ureditev in izdajo mnenj k predlaganim prostorskim ureditvam (v nadaljnjem besedilu: smernice in mnenja) in v
- 4. točki 16. člena (*uskladitev obstoječih objektov in dejavnosti*), da se z dnem uveljavitve tega pravilnika lahko v varovalnih pasovih elektroenergetskih vodov ter RTP, RP in TP opravljajo dejavnosti, ki se uvrščajo v dejavnosti *I. območja varstva pred elektromagnetnim sevanjem v skladu z Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96)* le na zemljiščih, kjer je takšna dejavnost opredeljena v prostorskih aktih občin, veljavnih na dan uveljavitve tega pravilnika in se na teh zemljiščih takšna dejavnost z dnem uveljavitve tega pravilnika tudi izvaja.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

2 PODATKI O VRSTI IN ZNAČILNOSTIH POSEGA, KI JE PREDMET PRESOJE VPLIVOV NA OKOLJE

2.1 Opis lokacije in obsega posega

Opis lokacije in obsega posega je povzet po projektni dokumentaciji za pridobitev mnenja soglasodajalcev 110 kV povezave med RTP PCL in RTP Center, št. elaborata: DK09---1P/01, št. projekta: DK09-A572/164, št. mape: DK09---1P/M01, IBE, oktober 2016 [1].

Trasa na delu od RTP PCL proti RTP Center poteka približno 70 m po že zgrajeni kabelski kanalizaciji od kabelskega jaška pri Situli do sredine Vilharjeve ceste. Ob stiku že zgrajene in nove kanalizacije je v cestišču Vilharjeve ceste predviden povezovalni jašek, od koder bo potekala cevna kanalizacija za tri sisteme kablovodov do križišča z Neuburgerjevo ulico. Tu je predvidena izgradnja poligonalnega jaška, ki bo omogočal prehod/nameščanje dveh 110 kV kabelskih sistemov naprej proti Dunajski cesti, iz istega jaška pa bo nameščena cevna kanalizacija za dva 110 kV kabelska sistema tudi pod železniškimi tiri v smeri proti Metelkovi ulici do Masarykove ceste. Pred Masarykovo cesto trasa zavije vzporedno z Masarykovo (približno 160 m), nato zavije pod Masarykovo cesto na Kotnikovo ulico in po njej do lokacije RTP Center na Kotnikovi ulici [1].

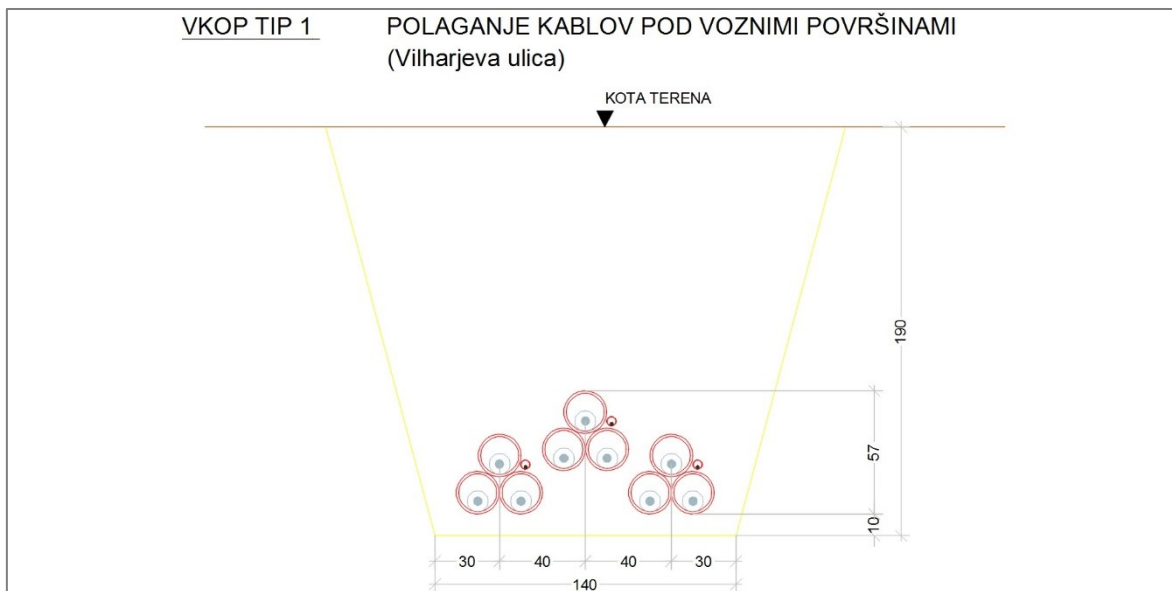
Trasa od RTP PCL do RTP Center je dolga dobrih tisoč metrov. Na njej bo zgrajenih poleg dveh obstoječih še pet novih jaškov različnih oblik. Eden od jaškov bo omogočal spajanje kablov oziroma nameščanje kabelskih spojk [1].

2.2 Opis tehničnih podatkov posega

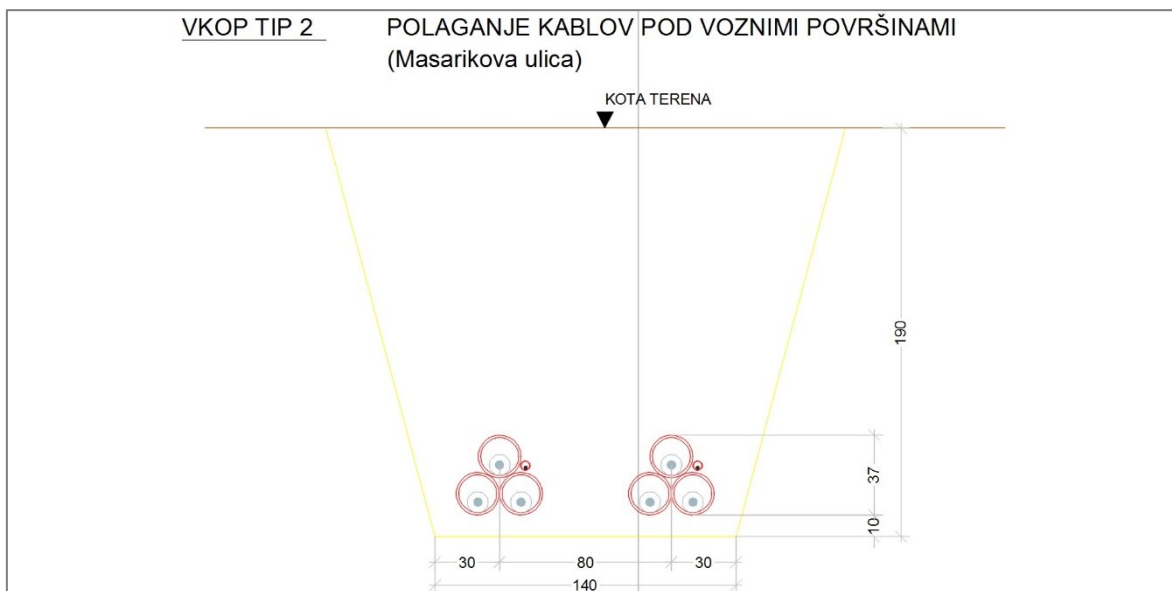
110 kV kabelska povezava med RTP PCL in RTP Center za prenos električne energije bo del slovenskega 110 kV omrežja, katerega nazivna napetost znaša 110 kV. Za naprave tega omrežja znaša najvišja dopustna vrednost napetosti 123 kV. Na odseku med PCL in Jaškom KJA2 potekata dva sistema; sistem PCL-Litostroj in sistem TeTOL-Center. Na odseku med KJA2 in RTP Center pa potekata sistem Vrtača-Center in sistem TeTOL-Center. V prerezih gradbenih načrtov je prikazan tudi rezervni sistem, ki ni predmet tega poročila. V izračunih je upoštevan najvišji tok v sistemu TeTOL-Center 563 A in PCL-Litostroj (Vrtača-Center) 645 A [20, 21].

Uporabljeni bodo 110 kV kabli z XLPE izolacijo, z vodnikom iz bakra prereza 1200 mm² in bakrenim ekranom prereza [1]. Poleg toka v kablovodu je ključen parameter, ki vpliva na velikost magnetnega polja, način polaganja kablov (tudi razporeditev faz), zato na slikah od 2.1 do 2.4 povzemamo podatke o geometrijah polaganja 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center ter geometriji polaganja v posameznih jaških na slikah 2.5 do 2.10 [17, 18, 19, 20].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

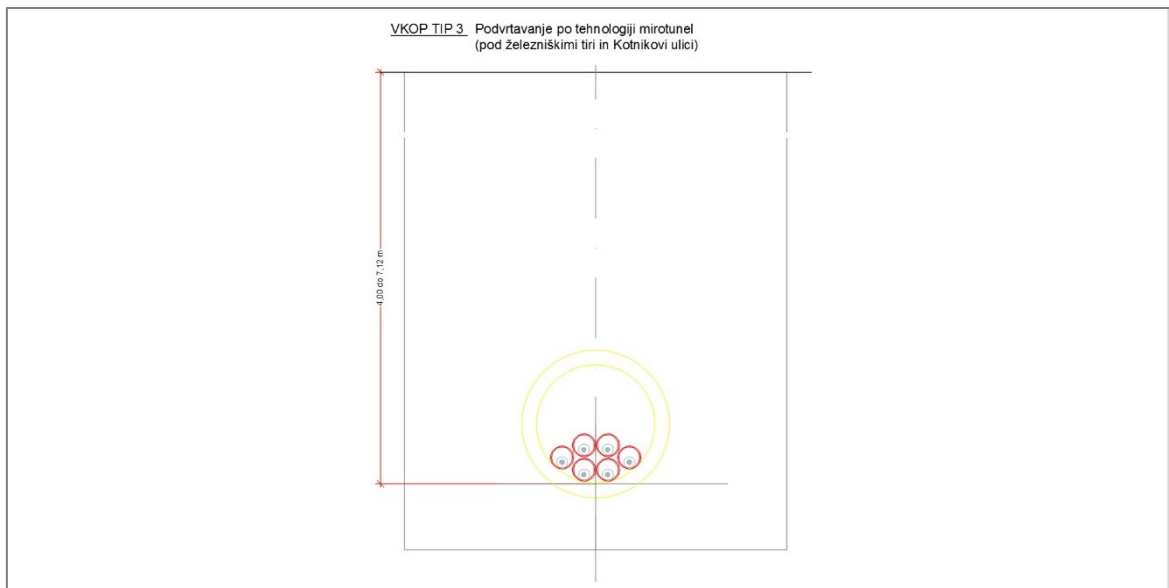


Slika 2.1: Vrsta polaganja 1. Presek kanalizacije po Vilharjevi cesti, sistem v trikotni formaciji v zaščitnih PEHD ceveh $\Phi 200/10,7$ tesno [18, 20].

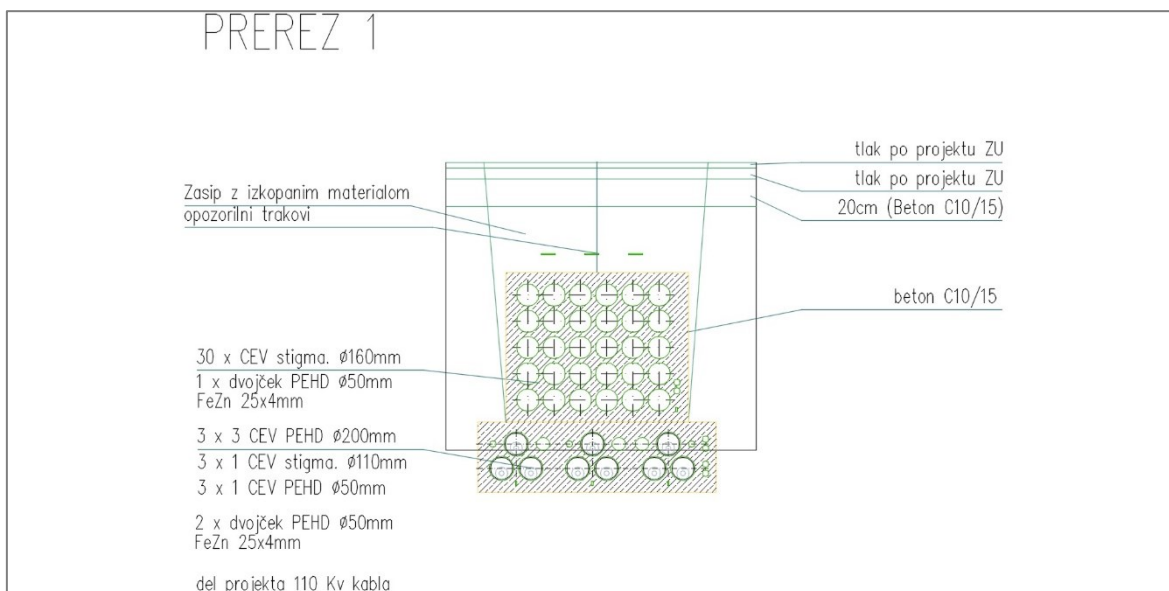


Slika 2.2: Vrsta polaganja 2. Presek kanalizacije po Masarykovi cesti, sistem v trikotni formaciji v zaščitnih PEHD ceveh $\Phi 200/10,7$ tesno [18, 20].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

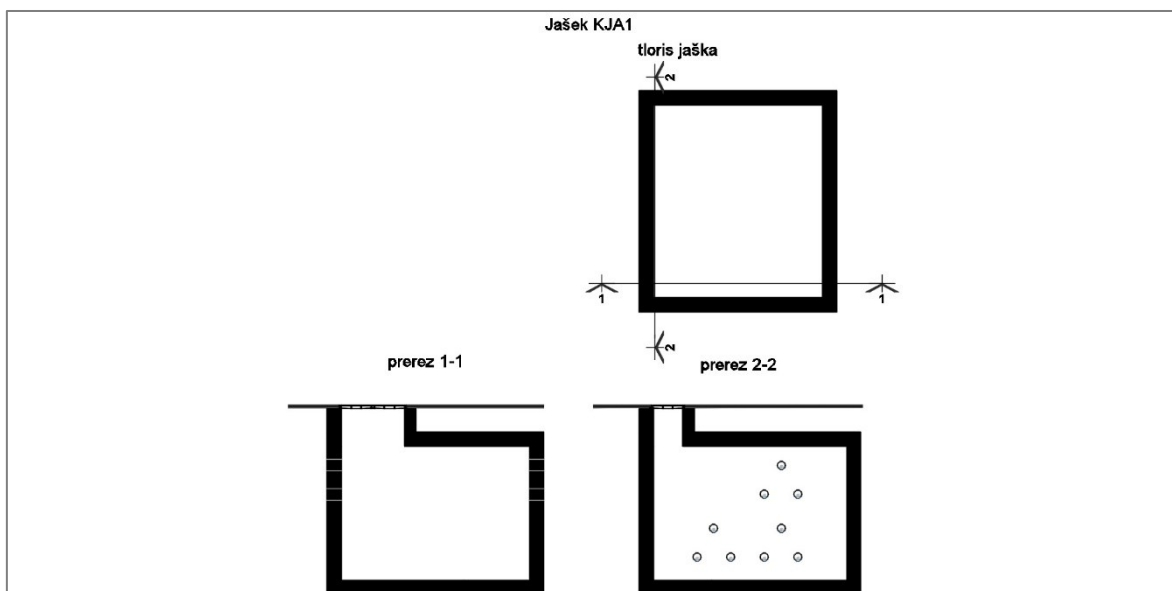


Slika 2.3: Vrsta polaganja 3. Presek kanalizacije pod železniškimi tiri in po Kotnikovi ulici, sistema v trikotni formaciji v zaščitnih PEHD ceveh $\Phi 200/10,7$ tesno [18, 20].

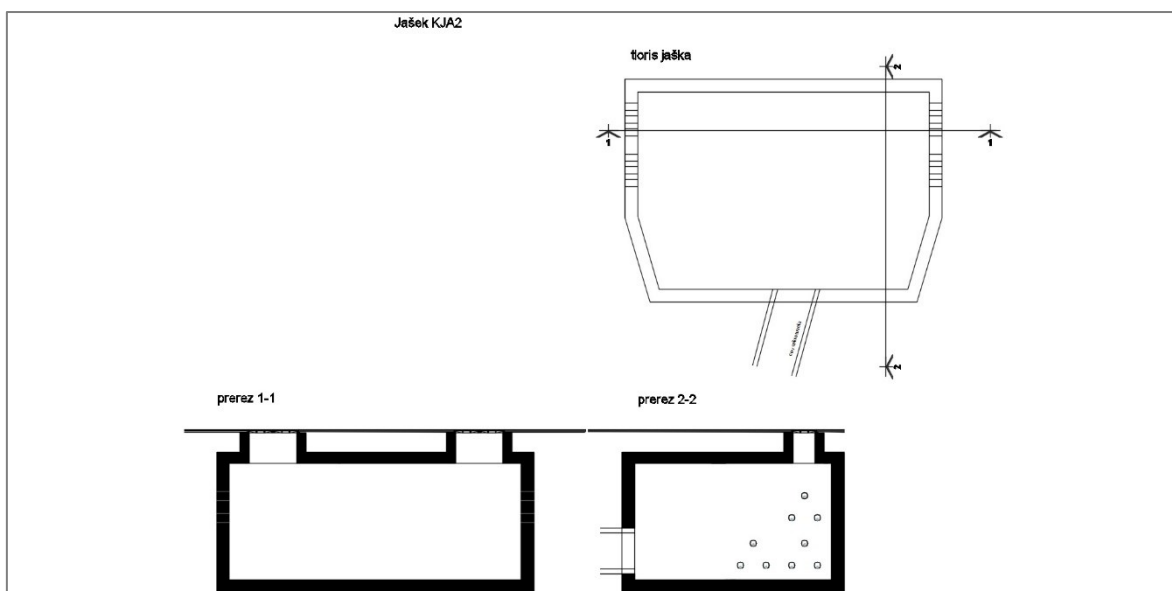


Slika 2.4: Vrsta polaganja – v obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in navezavo na novo pred KJA1, sistem v trikotni formaciji v zaščitnih PEHD ceveh $\Phi 200/10,7$ [17, 20].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

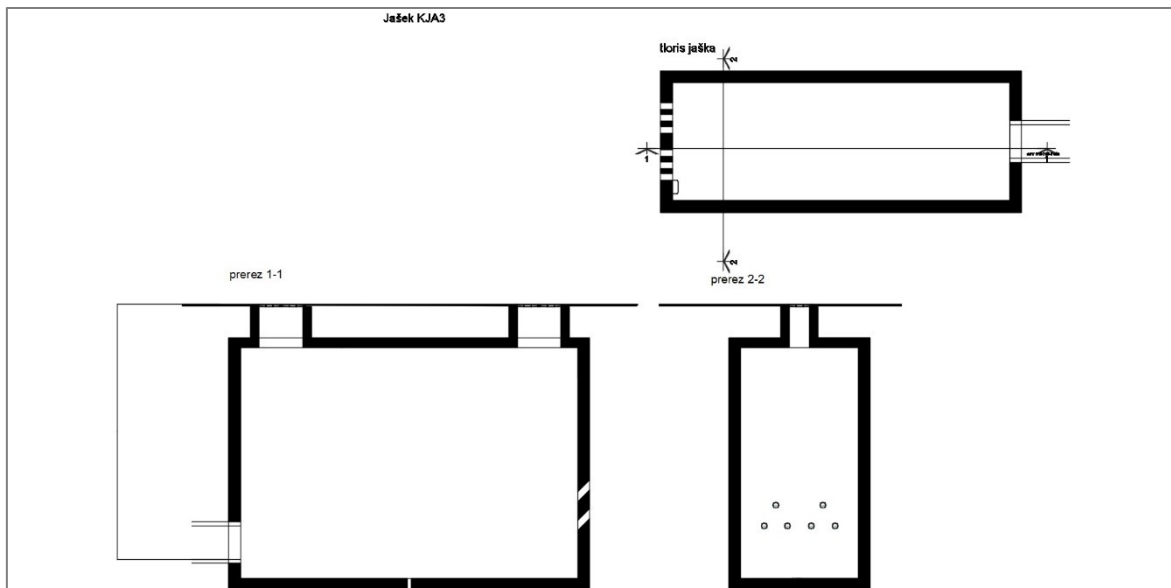


Slika 2.5: Elektro oprema v jašku KJA1 [19, 20].

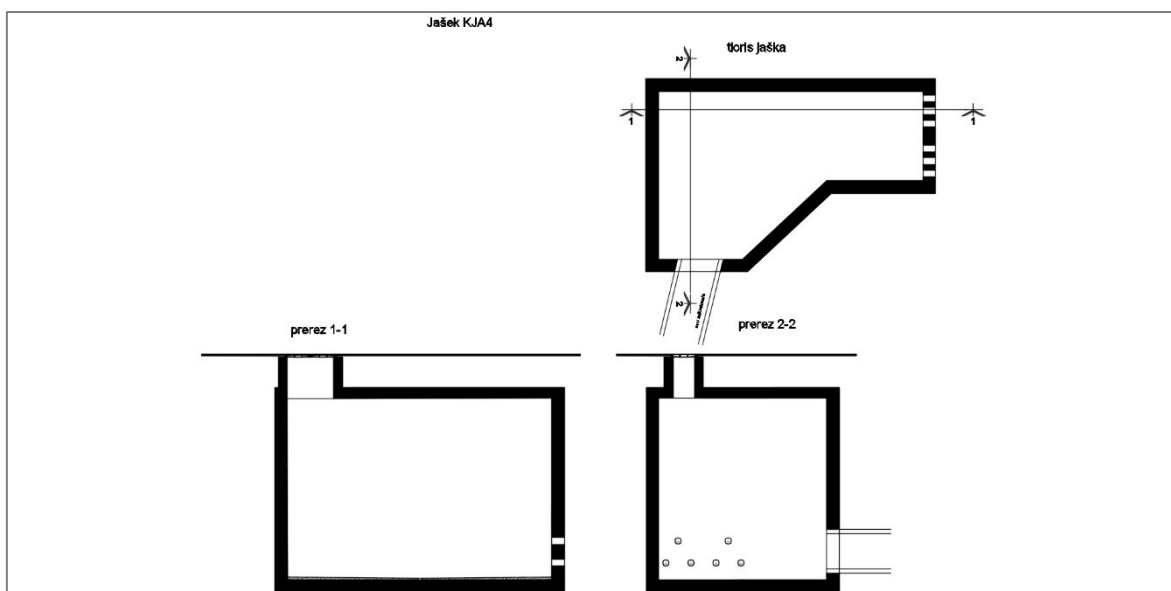


Slika 2.6: Elektro oprema v jašku KJA2 [19, 20].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

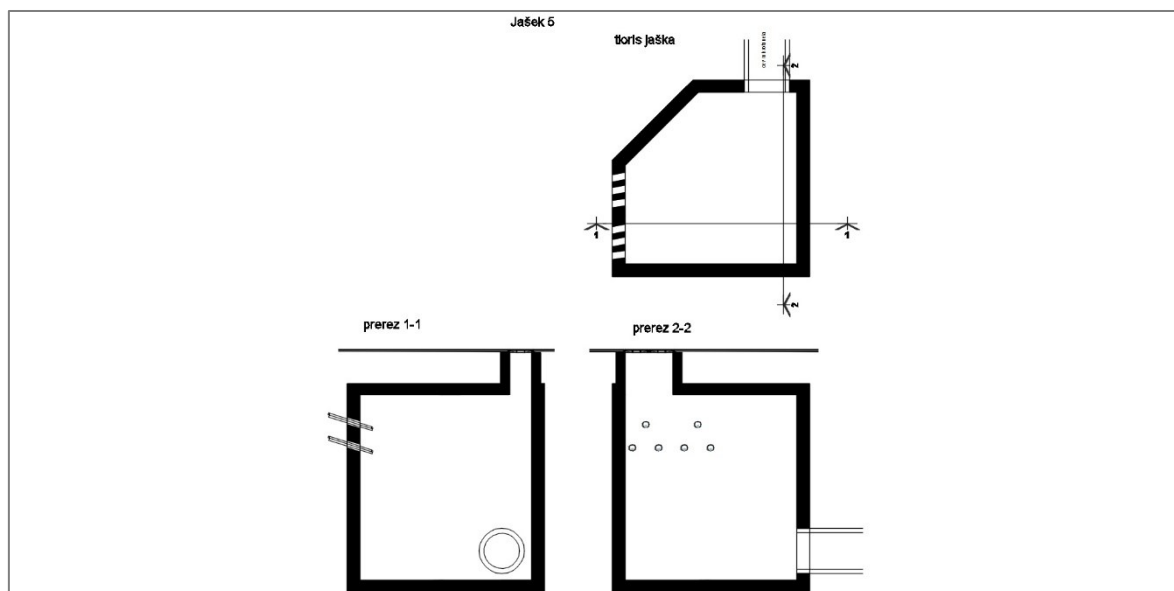


Slika 2.7: Elektro oprema v jašku KJA3 [19, 20].

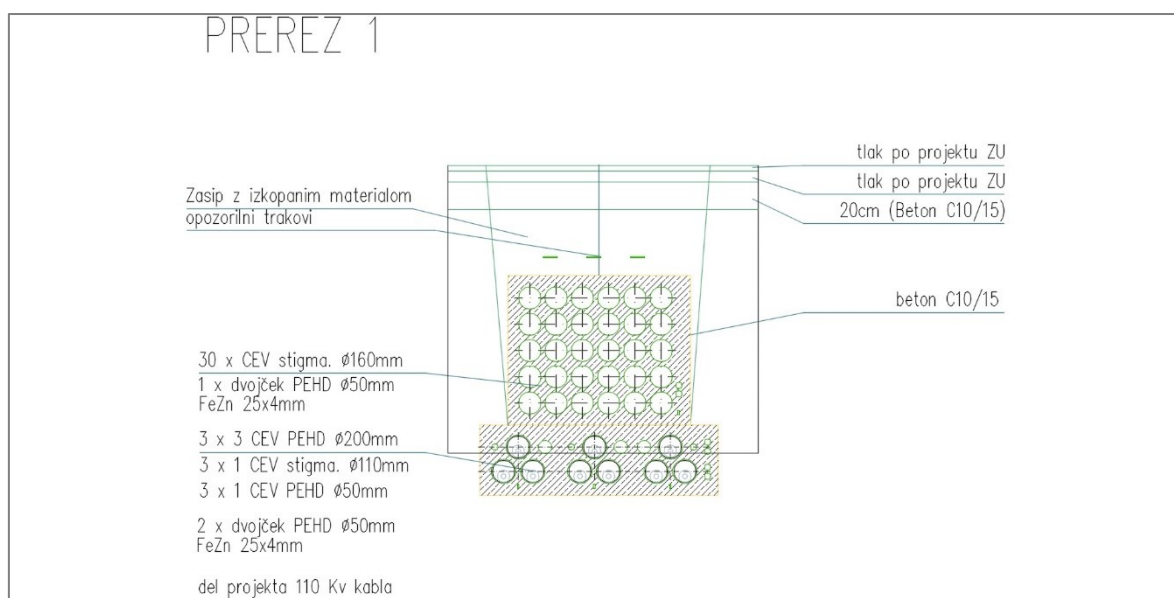


Slika 2.8: Elektro oprema v jašku KJA4 [19, 20].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 2.9: Elektro oprema v jašku KJA5 [19, 20].



Slika 2.10: Elektro oprema v obstoječem jašku EKJ5 [17, 20].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

2.3 Opredelitve virov sevanja in stopenj varstva pred sevanjem po določilih Uredbe o EMS

Osnovni tehnični podatki, ki so potrebni za opredelitev vira sevanja, so povzeti po projektni dokumentaciji [1, 20, 21]. Na podlagi njenih navedb in določil 2. točke 2. člena Uredbe o EMS 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center opredelimo kot vir sevanja, saj bo obratoval z nazivno napetostjo višjo od 1 kV.

Frekvenca elektromagnetnega sevanja, s katero bo obravnavani vir elektromagnetnega sevanja obremenjeval naravno in življenjsko okolje, znaša 50 Hz, zato sodi med *nizkofrekvenčne vire sevanja*.

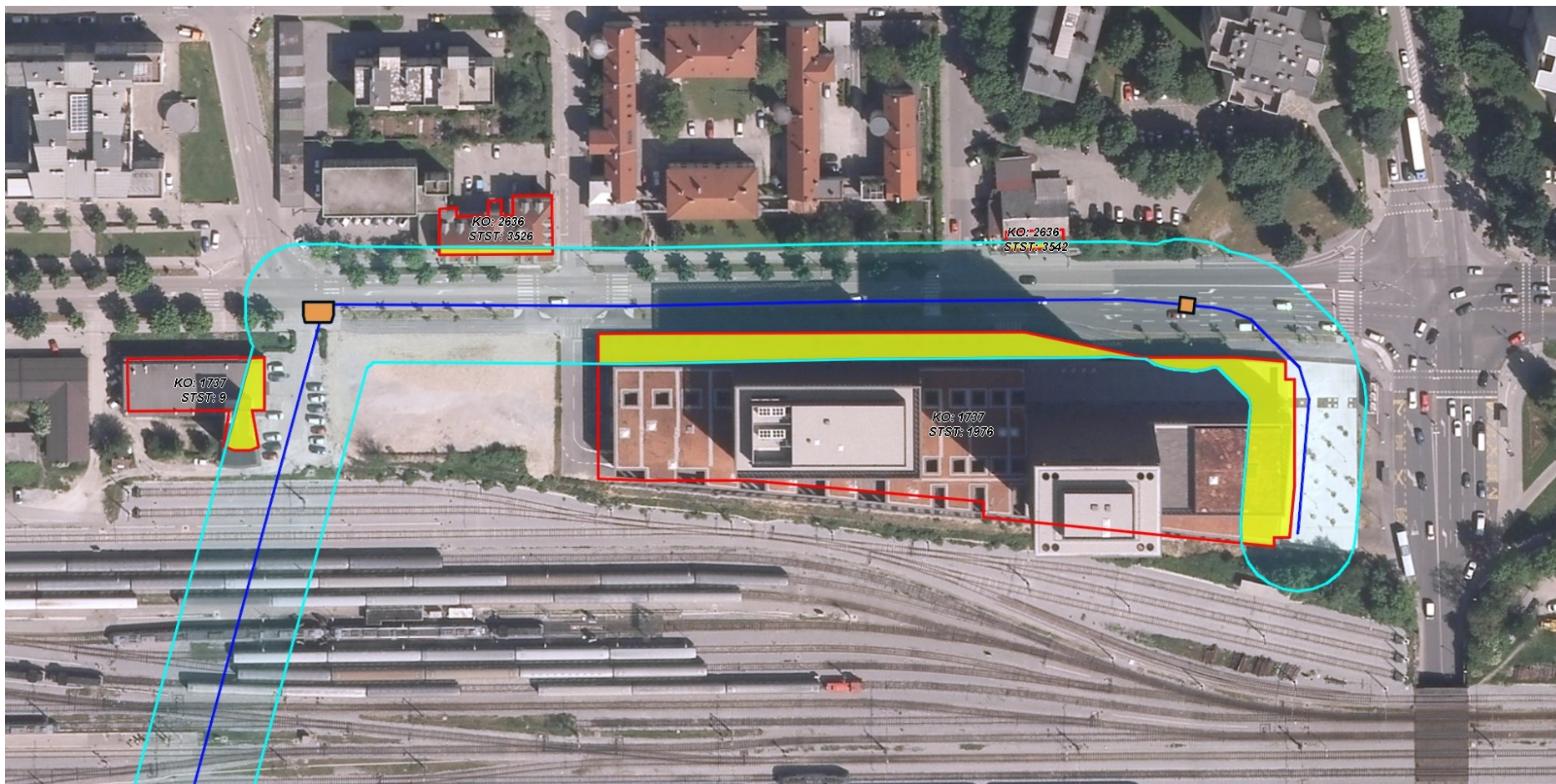
110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center opredelimo skladno z določili 2. člena Uredbe o EMS in navedbami projektne dokumentacije kot *nov vir nizkofrekvenčnega sevanja* v naravnem in življenjskem okolju.

Območje obravnave elektromagnetnega sevanja smo opredelili 15 m od predvidene osi vseh sistemov kablovoda in tudi 15 m od roba jaška. Na območju obravnave smo določili stopnje varstva pred elektromagnetnim sevanjem na podlagi namenske rabe iz občinskega prostorskega načrta Mestne občine Ljubljana [7, 11].

Podatke o stopnjah varstva pred EMS smo za stavbe definirali iz CC_SI identifikatorja [9, 10,]. Razvrstitev objektov na podlagi CC_SI identifikatorja je možna le za dele stavb, zato smo v prvem koraku privzeli najbolj neugoden, konzervativni scenarij, in sicer, če se v objektu nahaja vsaj en del stavbe, ki sodi v *I. stopnjo* varstva pred EMS, dodelimo celotni stavbi *I. stopnjo* varstva pred EMS.

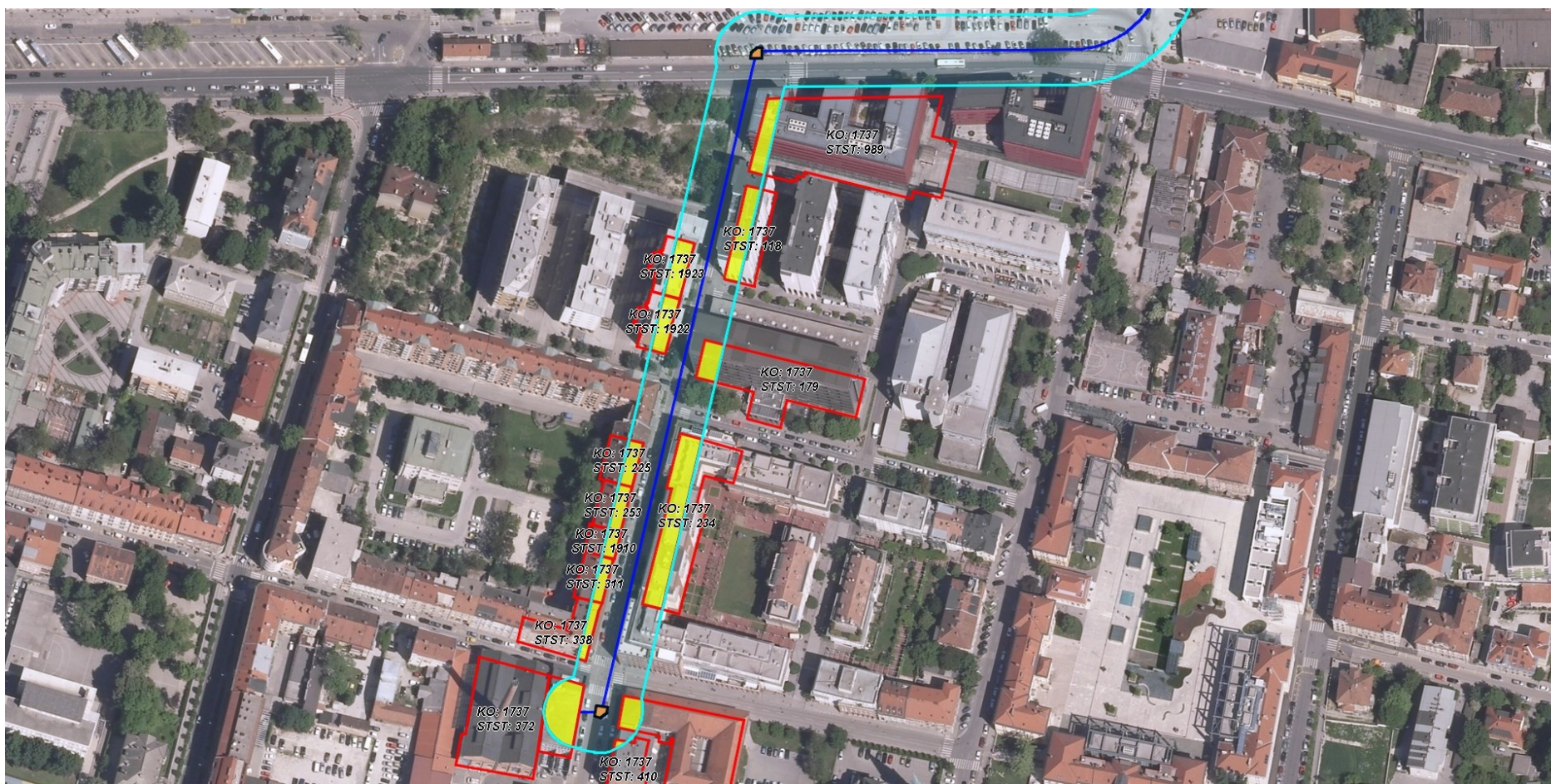
Na območju obravnave 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center se nahaja 18 stavb, ki po konzervativnem kriteriju sodijo v *I. stopnjo* varstva pred EMS [9, 10].

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 2.11: Stavbe v območju obravnave (omejeno z modrozeleno črto) na območju RTP PCL in Vilharjeve ceste. Stavbe s *I. stopnjo* varstva pred EMS so rdeče barve, deli v območju obravnave rumene barve.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 2.12: Stavbe v območju obravnave (omejeno z modrozeleno črto), na območju RTP Center in Kotnikove ulice. Stavbe s *I. stopnjo* varstva pred EMS so rdeče barve, deli v območju obravnave rumene barve.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

V varovalnem pasu kablovoda se nahajata 2 stavbi, v obeh velja I. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem.

Na območju obravnave se glede na OPN MOL nahajajo območja, katere vrsta podrobne namenske rabe je opredeljena kot:

- SS – stanovanjske površine, na katerih velja *I. stopnja* varstva pred elektromagnetnim sevanjem,
- CU – osrednja območja centralnih dejavnosti, na katerih velja *I. stopnja* varstva pred elektromagnetnim sevanjem,

Območje obravnave elektromagnetnega sevanja 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center je označeno s svetlo modro obrobo.

Tabela 2.1: Seznam enot urejanja prostora z namensko rabo, v katerih glede na OPN MOL velja *I. stopnja* varstva pred EMS.

Zap. št.	Naziv EUP	Namenska raba	Stopnja varstva pred EMS
1.	BE-355	SS	<i>I.</i>
2.	BE-42	SS	<i>I.</i>
3.	BE-43	CU	<i>I.</i>
4.	PC-12	CU	<i>I.</i>
5.	PC-6	CU	<i>I.</i>
6.	TA-25	CU	<i>I.</i>
7.	TA-30	CU	<i>I.</i>
8.	TA-37	CU	<i>I.</i>
9.	TA-42	CU	<i>I.</i>
10.	TA-62	CU	<i>I.</i>
11.	TA-64	CU	<i>I.</i>

Slika 2.13: I. območja varstva pred elektromagnetnim sevanjem na podlagi namenske rabe prostora (rumene barve).



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

3 PODATKI O GLAVNIH ALTERNATIVNIH REŠITVAH, KI SO BILE V ZVEZI S POSEGOM PROUČENE IN RAZLOGIH ZA IZBOR PREDLOŽENE REŠITVE

Investitor mora pri načrtovanju, gradnji ali rekonstrukciji vira sevanja upoštevati tudi določila *19. člena Uredbe o EMS*, ki zahteva izbiro takšnih tehnično možnih rešitev, ki zagotavljajo, da mejne vrednosti niso presežne, in hkrati omogočajo najnižjo tehnično dosegljivo obremenitev okolja zaradi sevanja.

Obravnavan poseg sodi med posege v javni elektroenergetski infrastrukturi, ki ima kot taka pomembno vlogo v elektrogospodarstvu in oskrbi z električno energijo. Zato je treba pri pregledu najpomembnejših alternativ, ki jih mora nosilec predmetnega posega proučiti po določilih *54. člena Zakona o varstvu okolja* [27], upoštevati zahteve² za gradnjo, vzdrževanje in obratovanje elektroenergetske infrastrukture.

Izbrana tehnična rešitev predstavlja s stališča *Energetskega zakona* [28] in podzakonskih aktov s tega področja temeljito preučeno varianto predvidenega posega, v katero so vključene tudi sestavine okoljevarstvene zakonodaje.

² Posegi na elektroenergetskih objektih morajo izpolnjevati zahteve *Energetskega zakona* [27] in podzakonskih aktov s tega področja, s katerimi se zagotavlja zanesljivost in varnost njihovega obratovanja.



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

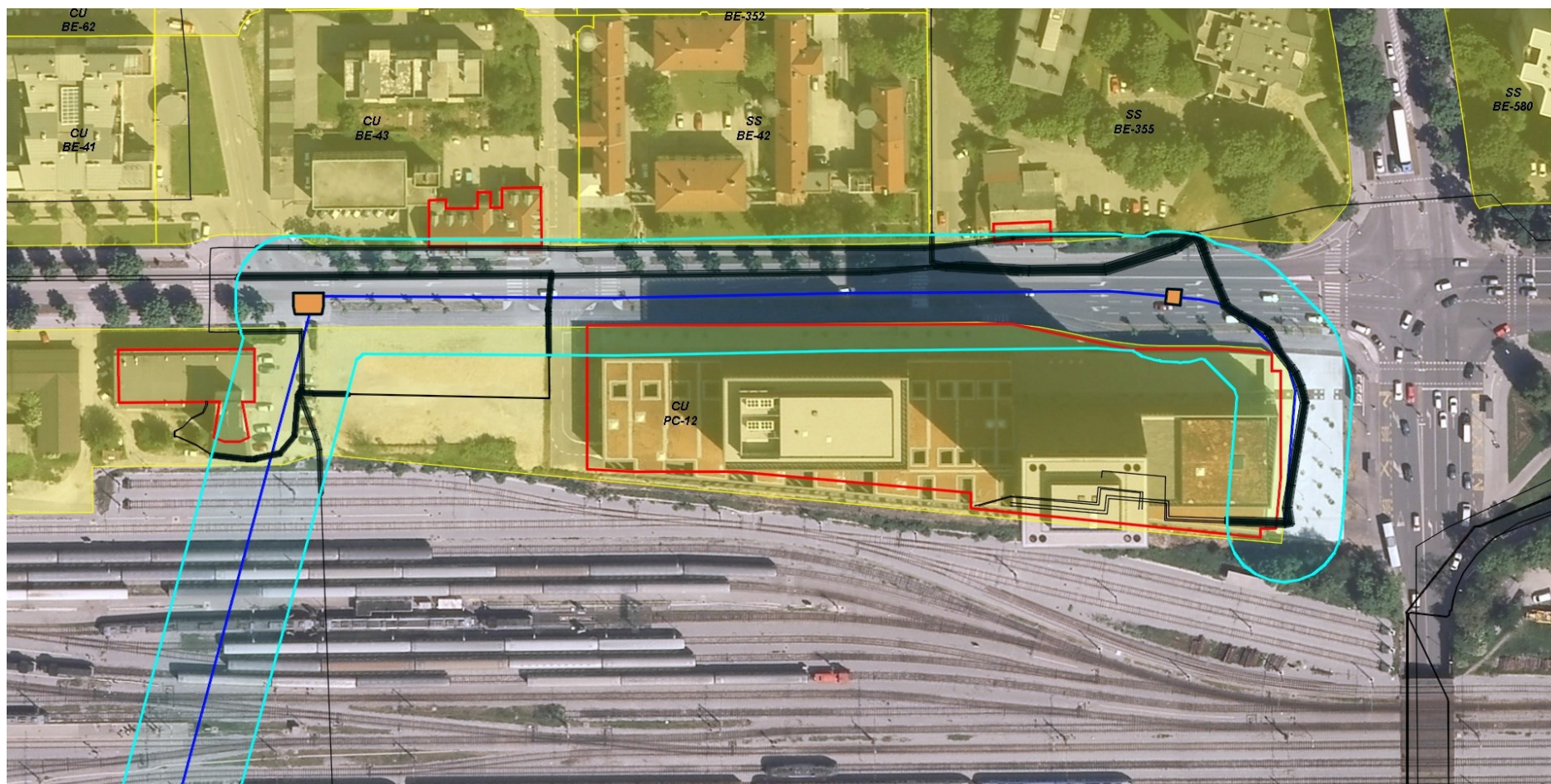
4 PODATKI O OBSTOJEČEM STANJU OKOLJA, V KATEREGA SE POSEG UMEŠČA, OZIROMA DELIH OKOLJA, NA KATERE BI POSEG LAHKO POMEMBNO VPLIVAL

4.1 Opis sedanjega stanja s stališča EMS

Na obravnavanem območju se nahaja več obstoječih SN kablovodov napetosti 10 kV ali 20 kV, ki se jih na podlagi 2. točke 2. člena *Uredbe o EMS* opredeli kot vire sevanja, saj obratujejo z nazivno napetostjo višjo od 1 kV. Osnovna frekvenca elektromagnetnega sevanja, s katero obremenjujejo naravno in življenjsko okolje, znaša 50 Hz, s čimer se uvrščajo med nizkofrekvenčne vire EMS.

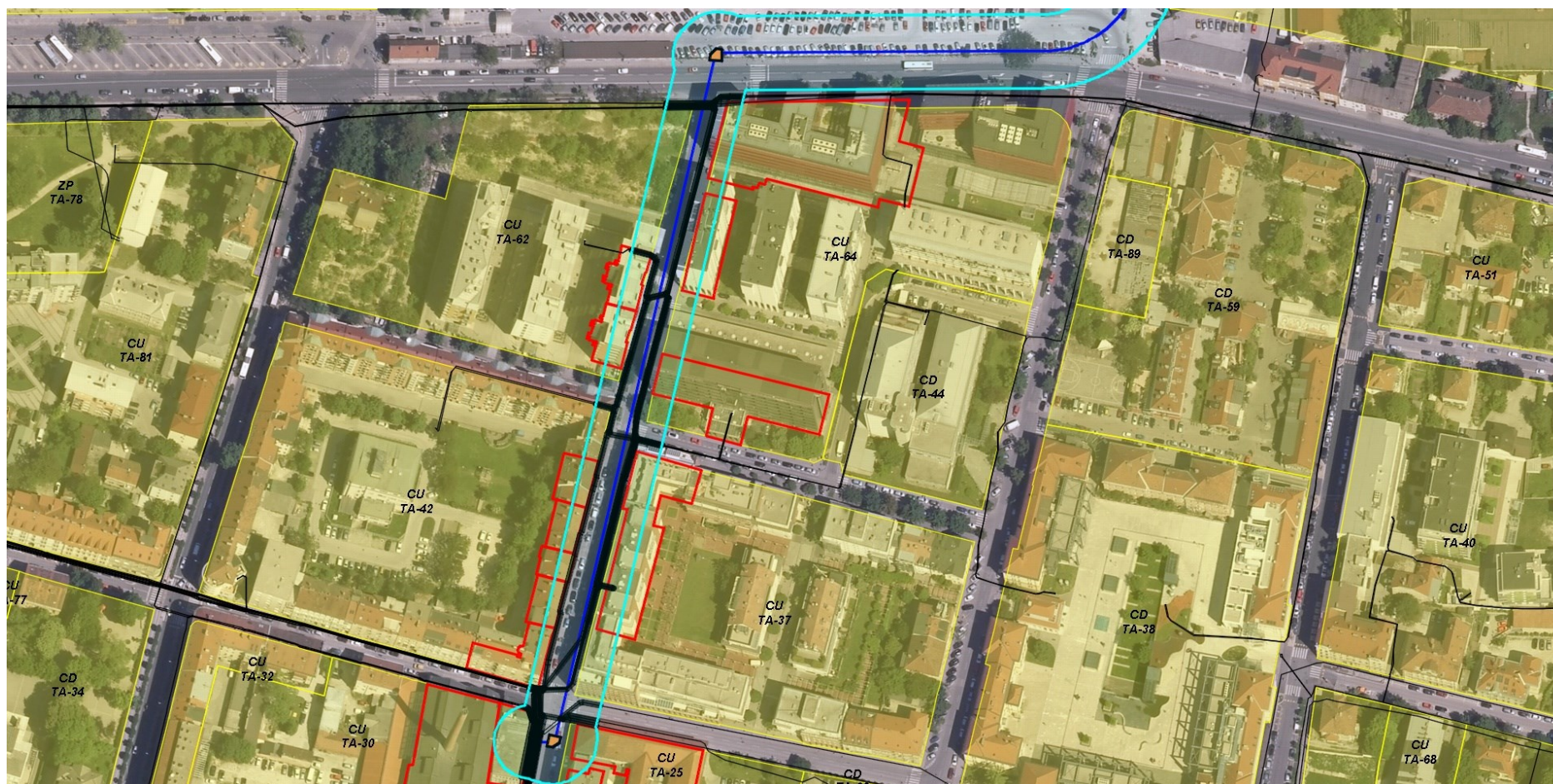
Na slikah 4.1 in 4.2 je os obstoječih SN kablovodov, ki segajo v območje obravnave, vrisana zeleno.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 4.1: Obstoječi SN kablovodi na območju obravnave na območju RTP PCL in Vilharjeve ceste.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



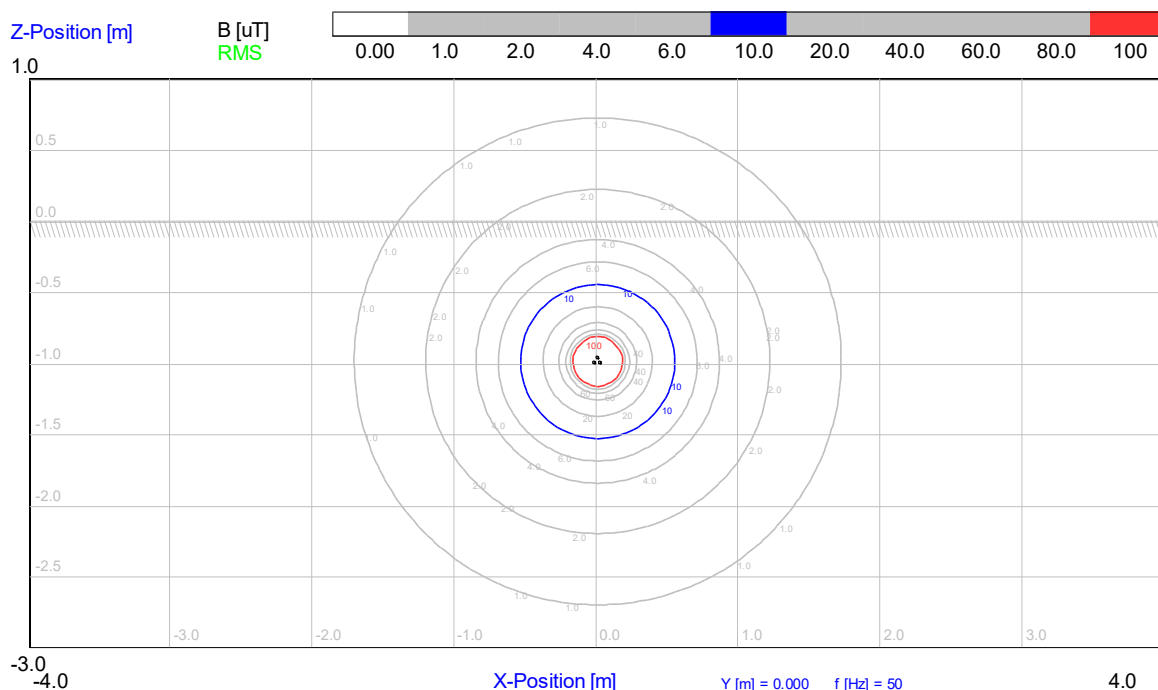
Slika 4.2: Obstoječi SN kablovodi na območju obravnave na območju RTP Center in Kotnikove ulice.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

4.2 Obstoječe obremenitve okolja z EMS

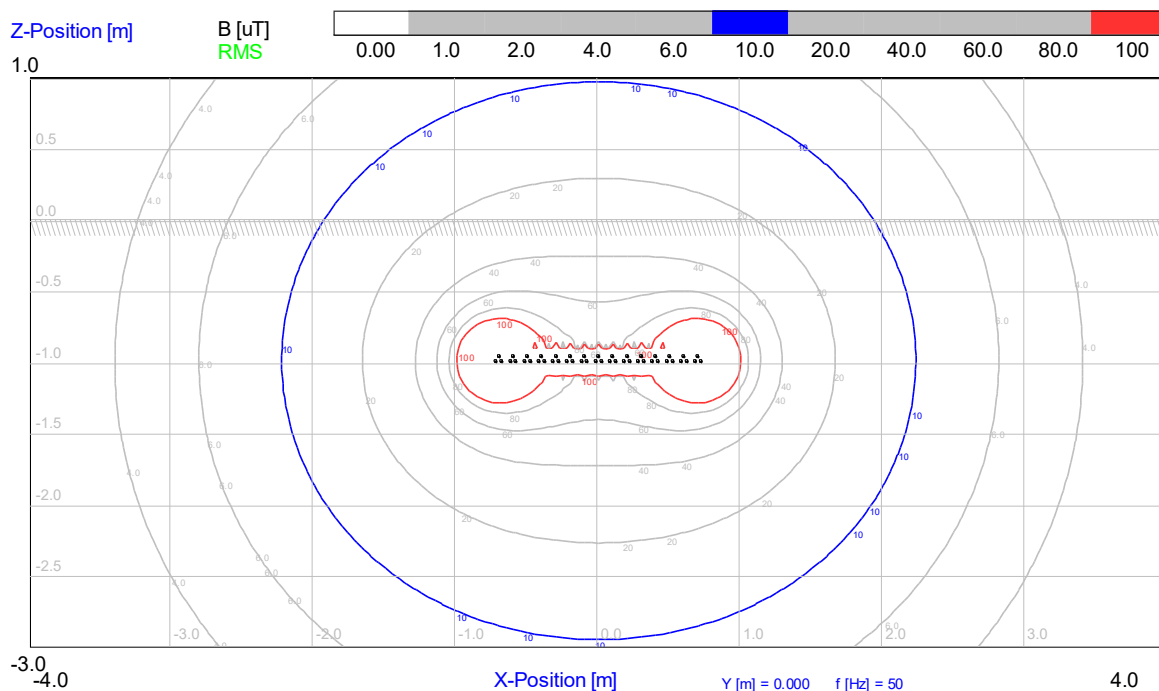
Ocene obstoječe obremenitve elektromagnetnega sevanja na okolje, ki so posledica delovanja obstoječih elektroenergetskih objektov, opravimo na podlagi izračuna tipičnega SN podzemnega voda. Ocenjena najvišja vrednost lastne emisije gostote magnetnega pretoka na višini 1 m nad tlemi tipičnega SN kablovodnega trojčka je enaka $0,75 \mu\text{T}$ (slika 4.3). Če SN kablovode položimo drug poleg drugega (slika 4.4), vidimo, da je mejno število vzporedno potekajočih SN kablovodov za ta primer enako 15. Pri višjem številu vzporedno potekajočih SN kablovodov bi bilo potrebno poznati datum umestitve vsakega kablovoda v prostor, sicer nebi bilo možno zagotoviti, da mejne vrednosti nad I. območjem niso presežene.

V območju obravnave se nahajajo tako I. kot II. območja varstva pred EMS. V celotnem območju obravnave je največje število SN kablovodov, ki so v celoti na I. območju enako 5, največje število SN kablovodov, ki so v celoti na II. območju enako 18. Na podlagi navedenih višin vrednosti polja lahko vidimo, da obstoječa celotna emisija zaradi obratovanja vseh SN kablovodov na I. območju v območju obravnave ni višja od mejnih vrednosti $10 \mu\text{T}$ in $0,5 \text{ kV/m}$ in na II. območju v območju obravnave ni višja od mejnih vrednosti $100 \mu\text{T}$ in 10 kV/m .



Slika 4.3: Gostota magnetnega pretoka $B [\mu\text{T}]$ – SN trojček tesno na globini 1 m.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 4.4: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – SN trojček tesno na globini 1 m.



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

5 PODATKI O MOŽNIH VPLIVIH POSEGA NA OKOLJE OZIROMA NJEGOVE DELE IN ZDRAVJE LJUDI TER MOŽNIH UČINKIH TEH VPLIVOV GLEDE OBREMENITVE OKOLJA

5.1 Postopek ugotavljanja pričakovanih vplivov EMS na okolje

Pričakovane vplive elektromagnetnega polja na okolje za obravnavan poseg je mogoče ugotavljati z računskim postopkom vrednotenja elektromagnetnih polj glede na predpisane mejne vrednosti.

Računski postopek vrednotenja elektromagnetnih polj za poseg izgradnje 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center omejimo na ocenjevanje magnetnega polja, saj je električno polje pri kablovodu učinkovito zaslonjeno.

V izračunih magnetnega polja, ki izhajajo iz elektromagnetnih modelov, je upoštevana najvišja pričakovana vrednost toka po obravnavanem elektroenergetskem vodu [20, 21].

5.2 Splošni izračuni lastne emisije

Splošni izračuni elektromagnetnega sevanja so opravljeni s pomočjo elektromagnetnih modelov, ki vsebujejo tehnične podatke za različne predvidene variante polaganja kablov na obravnavani trasi.

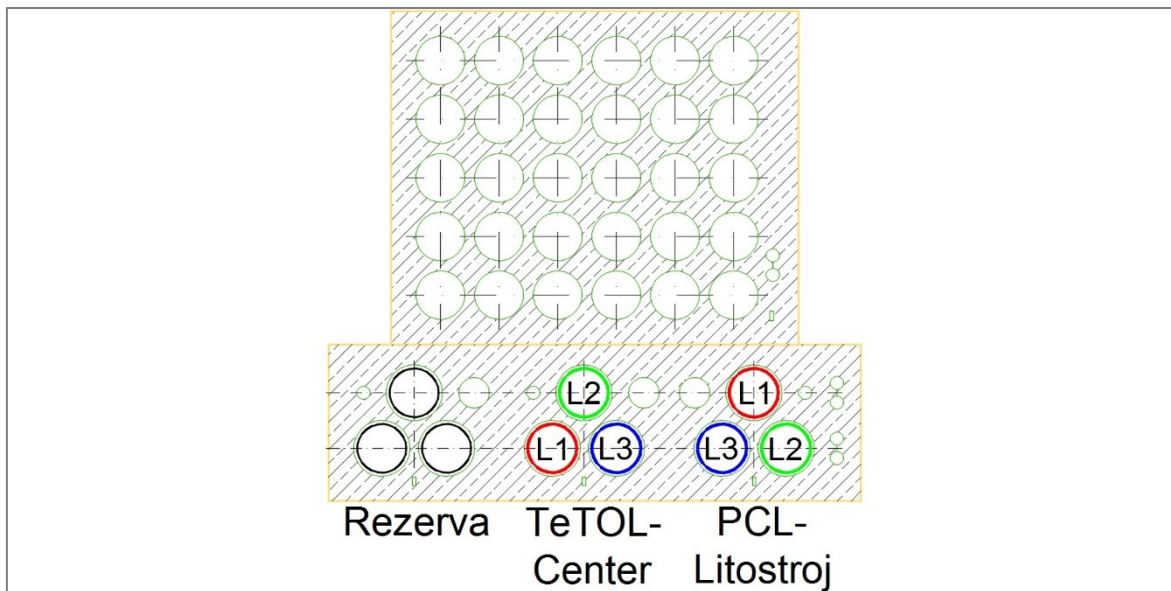
Računski postopek za splošne izračune temelji na elektromagnetnem modelu značilnih delov elektroenergetskih vodov z metodo linijskih vodnikov, vsi fazni vodniki so predstavljeni s premimi vodniki, za katere je treba poznati:

- položaj posameznega vodnika,
- globine vodnikov,
- najvišjo napetost in najvišji fazni tok po vodnikih.

Upoštevani so načini polaganja kablov vzdolž trase in način polaganja v posameznih jaških kot je prikazano na slikah od 2.1 do 2.10. Za splošni izračun so upoštewane najnižje globine vzdolž celotne trase za vsako vrsto polaganja glede na vzdolžni profil polaganja kablovoda [15-20], projektirano polaganje v vsakem jašku, ter tista fazna razporeditev, ki daje najneugodnejšo obremenitev s stališča emisije magnetnega polja.

V obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in obstoječim jaškom KJ5 je upoštevana optimalna fazna razporeditev kot prikazuje slika 5.1. Vsaka drugačna fazna razporeditev je brez podrobnejše analize elektromagnetnega polja nedopustna. Upoštevan je največji pretok v isto smer. Ker se magnetno polje obeh sistemov medsebojno kompenzira smo opravili za ta primer polaganja še dodatna dva izračuna, kjer je le en sistem maksimalno obremenjen drug pa popolno neobremenjen. Vsa ostala obratovalna stanja so vmesna, kar pomeni, da je magnetno polje 1 m nad tlemi kvečjemu manjše (slike od 5.6 do 5.8 in graf 5.1).

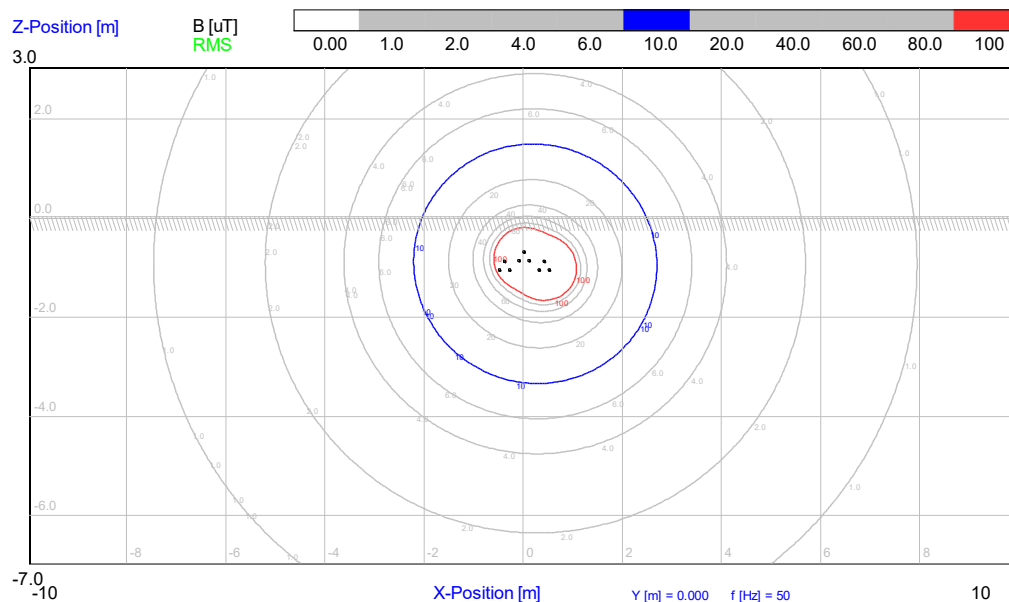
Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



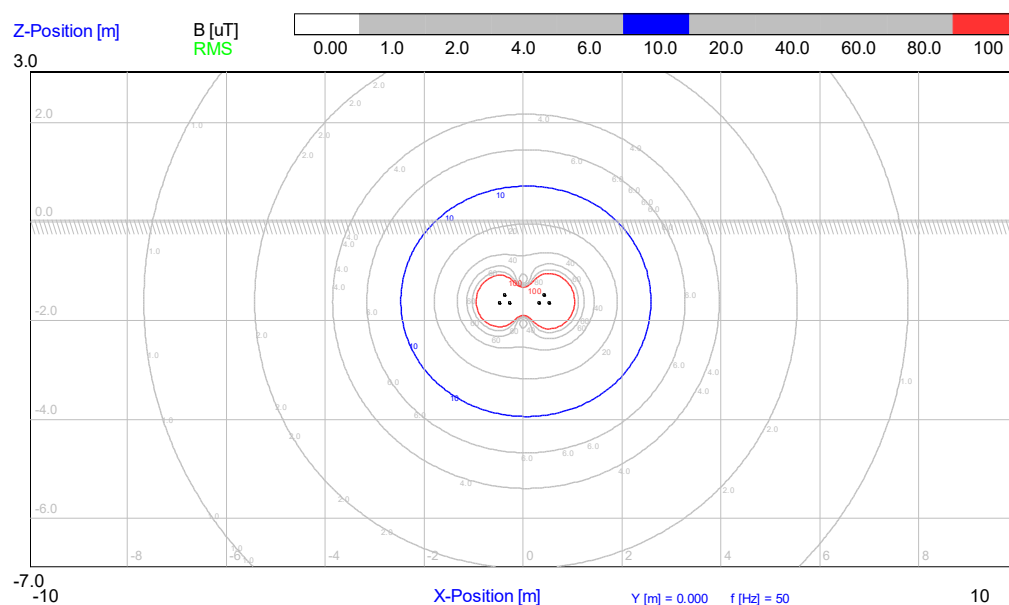
Slika 5.1: Obvezna optimalna fazna razporeditev v obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in obstoječim jaškom KJ5.

Izračunane vrednosti magnetnega polja za vse načine polaganja kablov vzdolž trase so predstavljene na slikah 5.2 do 5.8 in za posamezne jaške so predstavljene na slikah od 5.9 do 5.13. Izračunane karakteristične vrednosti magnetnega polja, ki so višje od mejne vrednosti za nove vire sevanja na I. območjih, so omejene s krivuljami modre barve, medtem ko so mejne vrednosti za nove vire sevanja na II. območjih omejene s krivuljami rdeče barve. Na grafu 5.1 so prikazani izračuni magnetnega polja na višini 1 m nad tlemi za vse načine polaganja kablov vzdolž trase pravokotno na os podzemnega voda. Za vrsto vkopa 1, smo analizo razdelili na dva dela in sicer na odsek od točke navezave KBV na obstoječo kablovodno kanalizacijo do jaška KJA1, ki ga imenujemo VP1-1. Odsek od jaška KJA1 do KJA2 imenujemo VP1-2. Ravno tako smo na delu obstoječe kablovodne kanalizacije analizo razdelili na dva odseka. Prvi odsek je med obstoječim jaškom KJ1 v PCL in obstoječim jaškom KJ5 in ga imenujemo VPO-1. Na tem odseku v izračunih upoštevamo optimalno fazno razporeditev iz slike 5.1. Drugi odsek je med obstoječim jaškom KJ5 in točko navezave na novo kablovodno kanalizacijo in ga imenujemo VPO-2.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

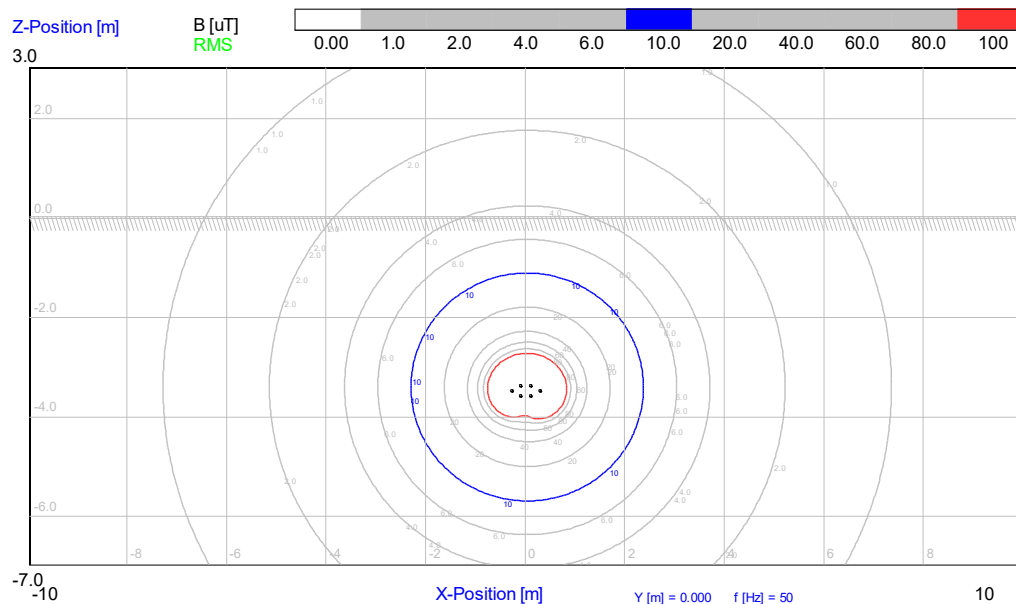


Slika 5.2: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsti polaganja 1.

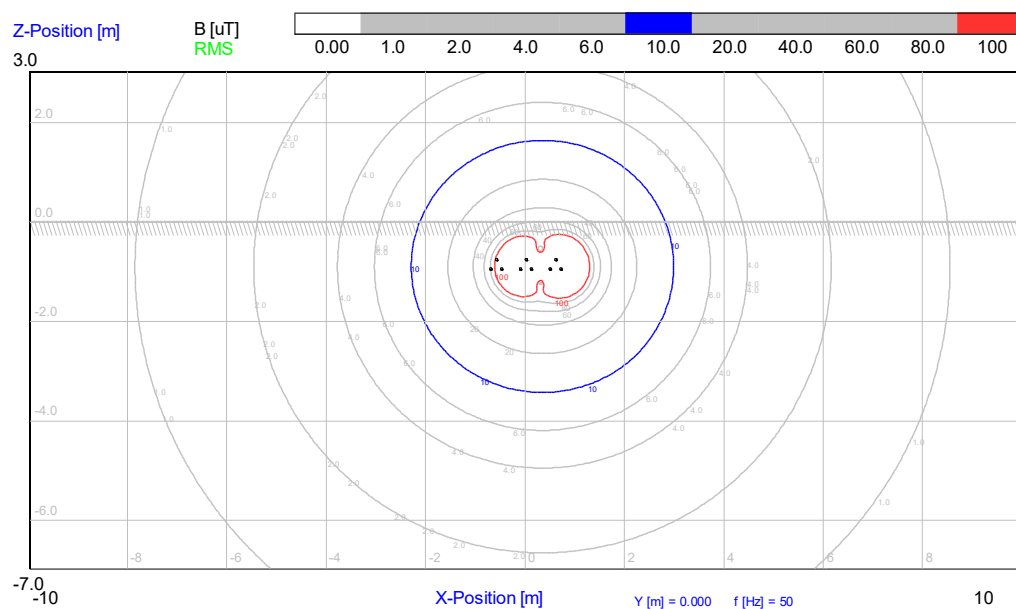


Slika 5.3: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsti polaganja 2.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

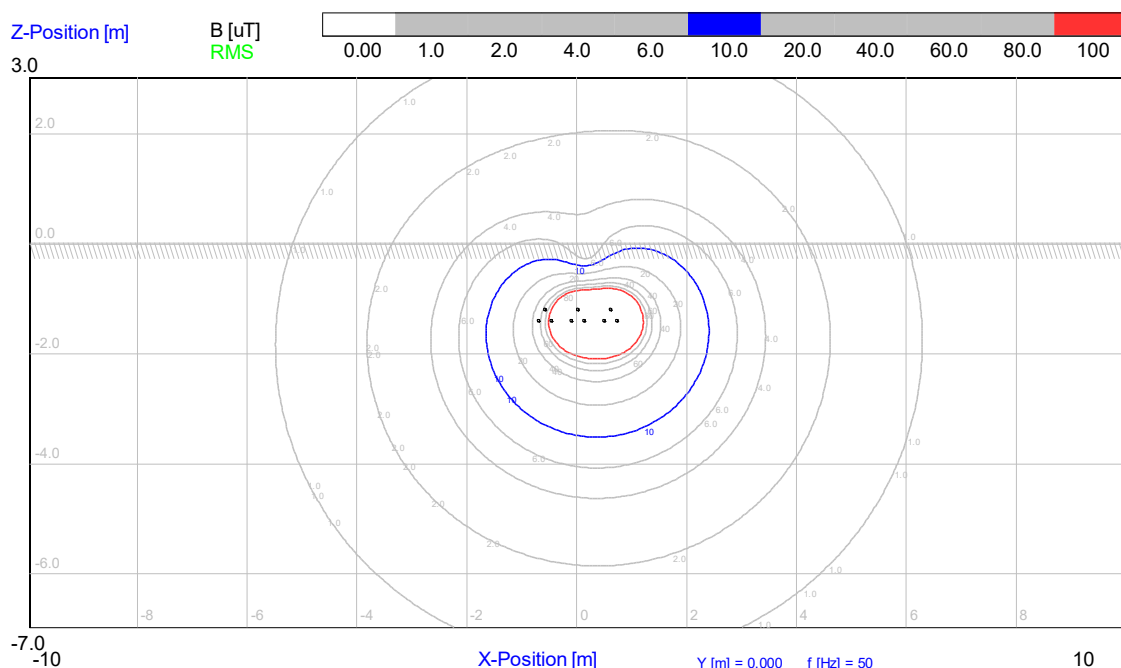


Slika 5.4: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsta polaganja 3.

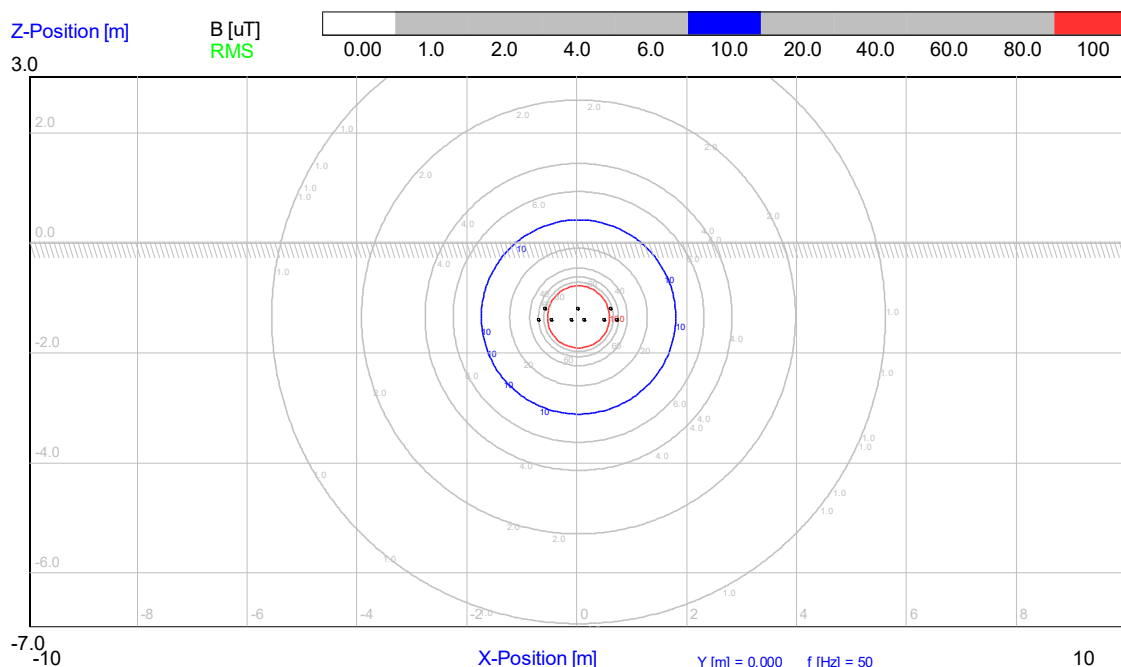


Slika 5.5: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsta polaganja v obstoječi kabelski kanalizaciji med obstoječim jaškom KJ5 in navezavo na novo pred KJA1.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

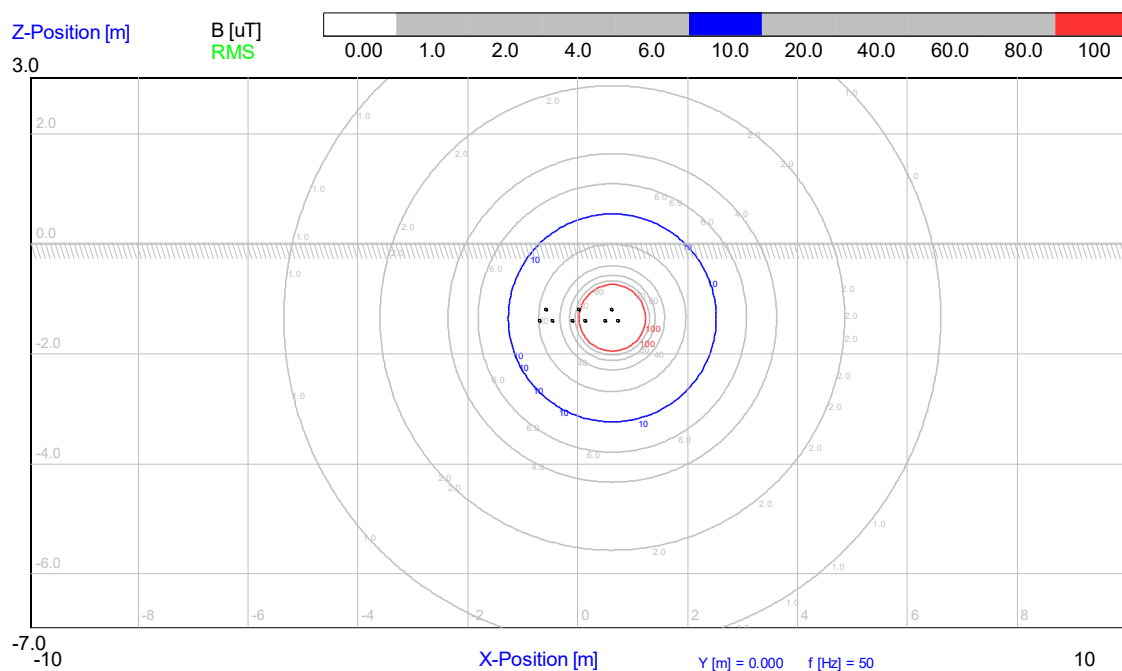


Slika 5.6: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsta polaganja v obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in obstoječim jaškom KJ5. Obvezna optimalna fazna razporeditev (slika 5.1) – oba sistema obratujeta.

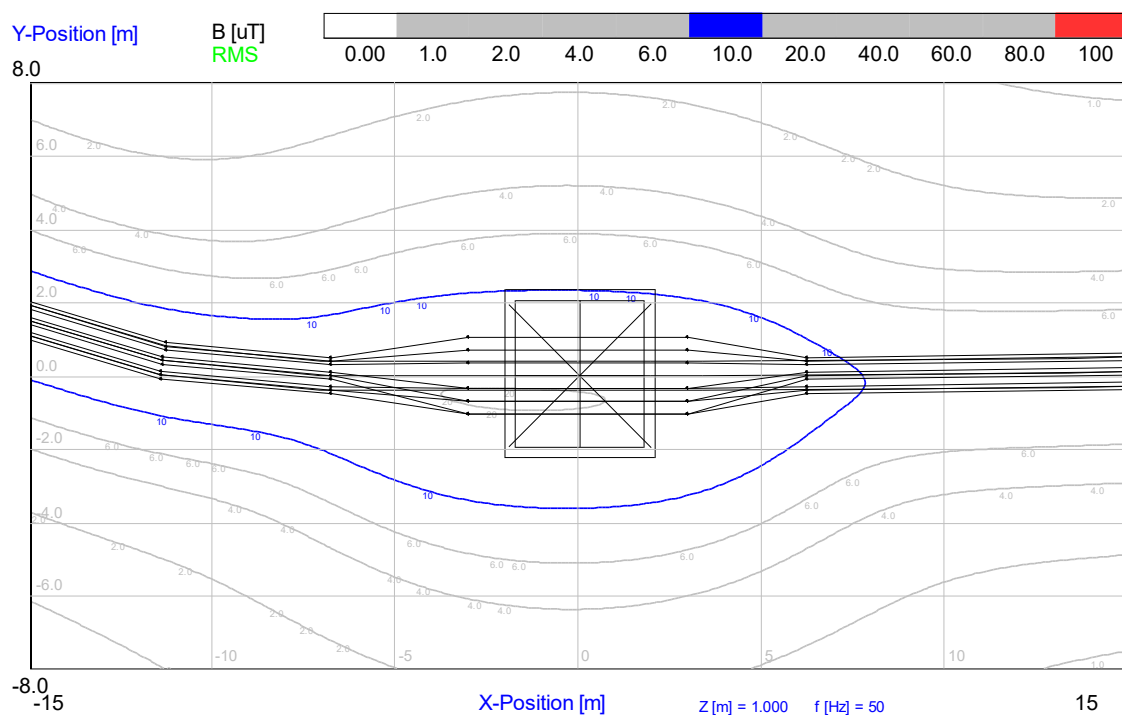


Slika 5.7: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsta polaganja v obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in obstoječim jaškom KJ5. Obvezna optimalna fazna razporeditev (slika 5.1) – obratuje sistem TeTOL-Center.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

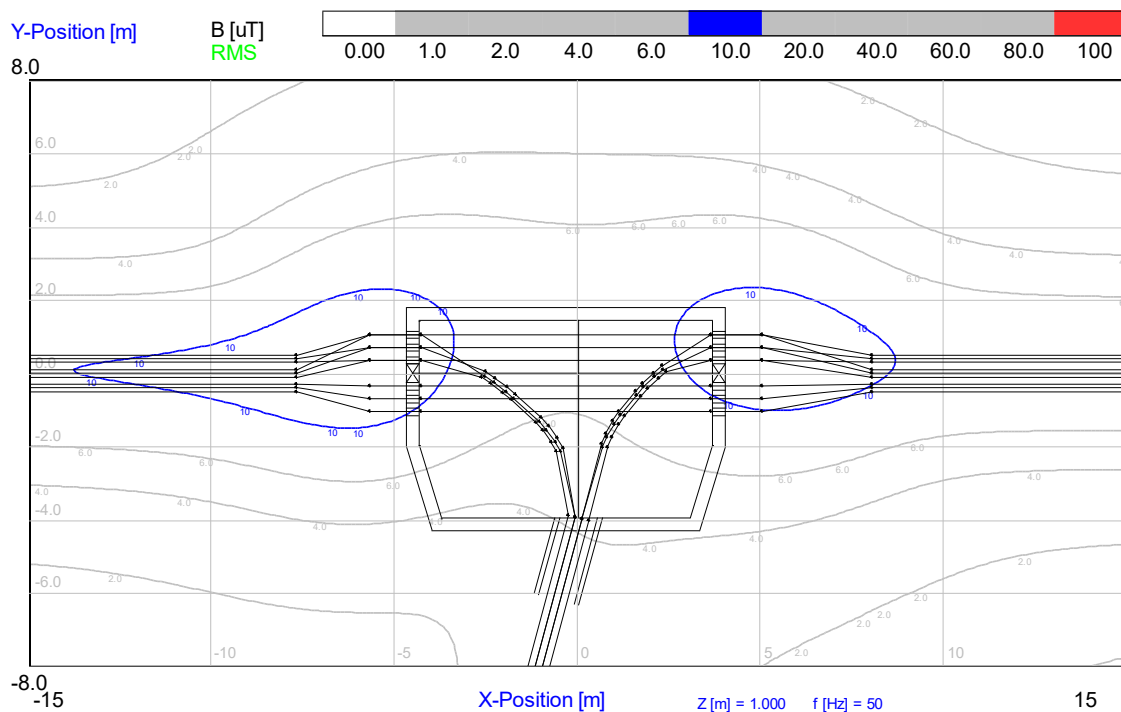


Slika 5.8: Gostota magnetnega pretoka B [μT] – Vrsta polaganja v obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in obstoječim jaškom KJ5. Obvezna optimalna fazna razporeditev (slika 5.1) – obratuje sistem PCL-Litostroj.

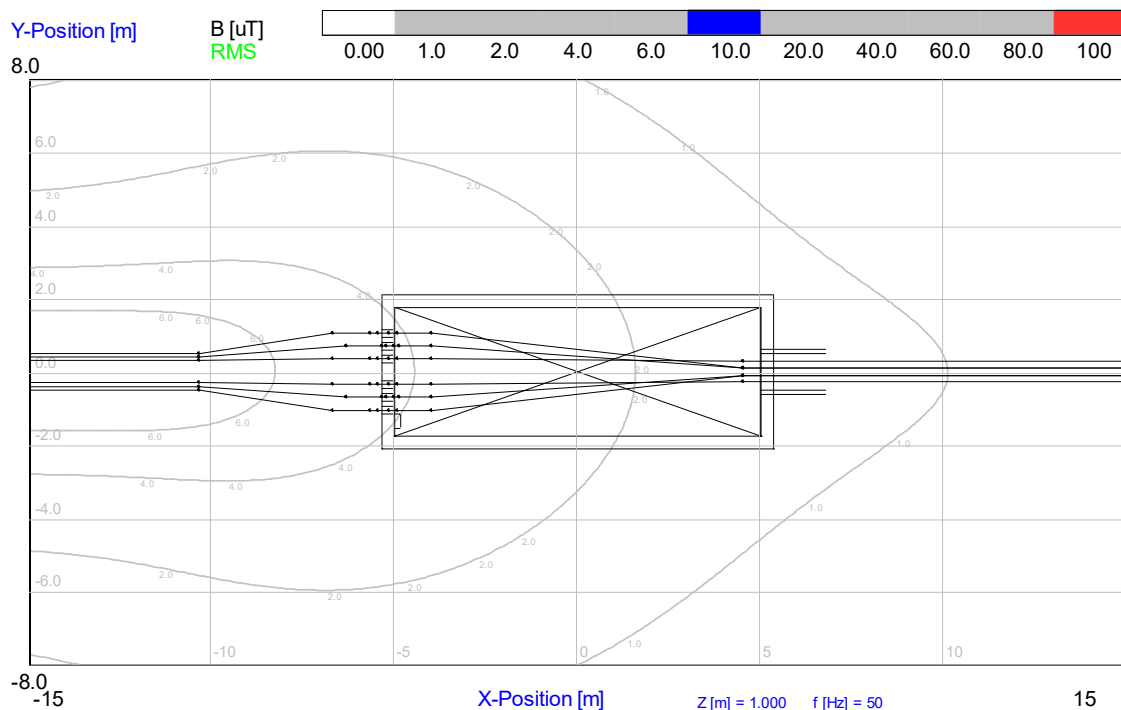


Slika 5.9: Gostota magnetnega pretoka B [μT] 1 m nad tlemi nad jaškom KJA1.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

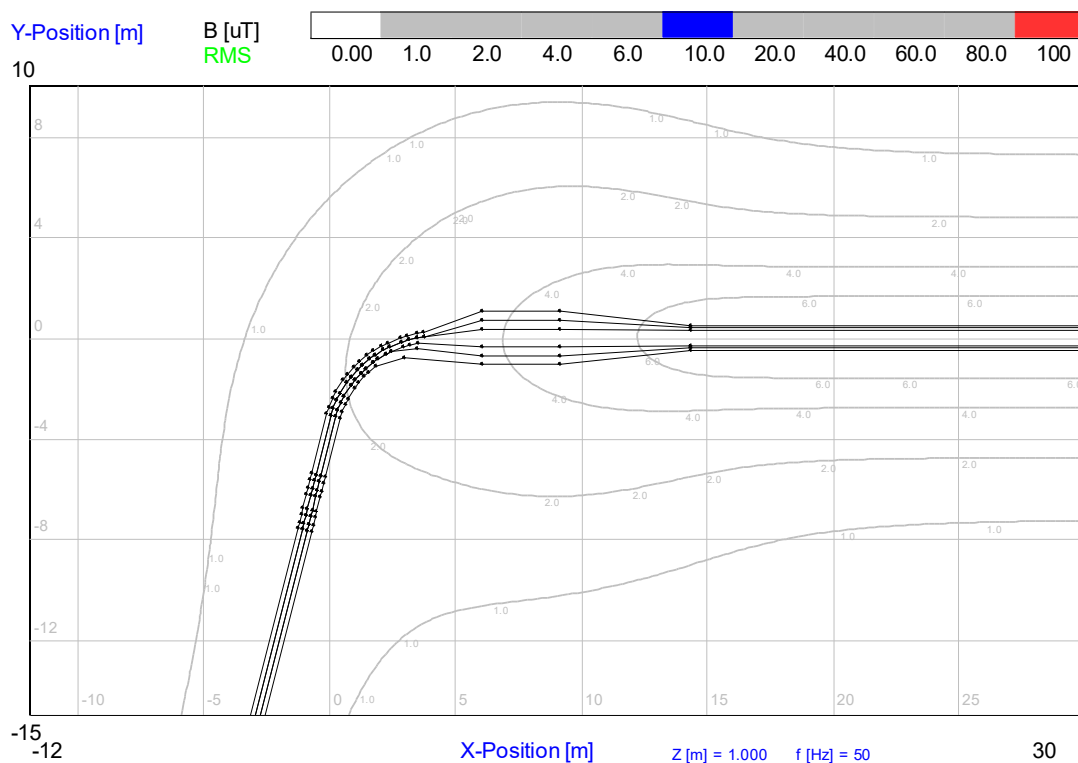


Slika 5.10: Gostota magnetnega pretoka B [μT] 1 m nad tlemi nad jaškom KJA2.

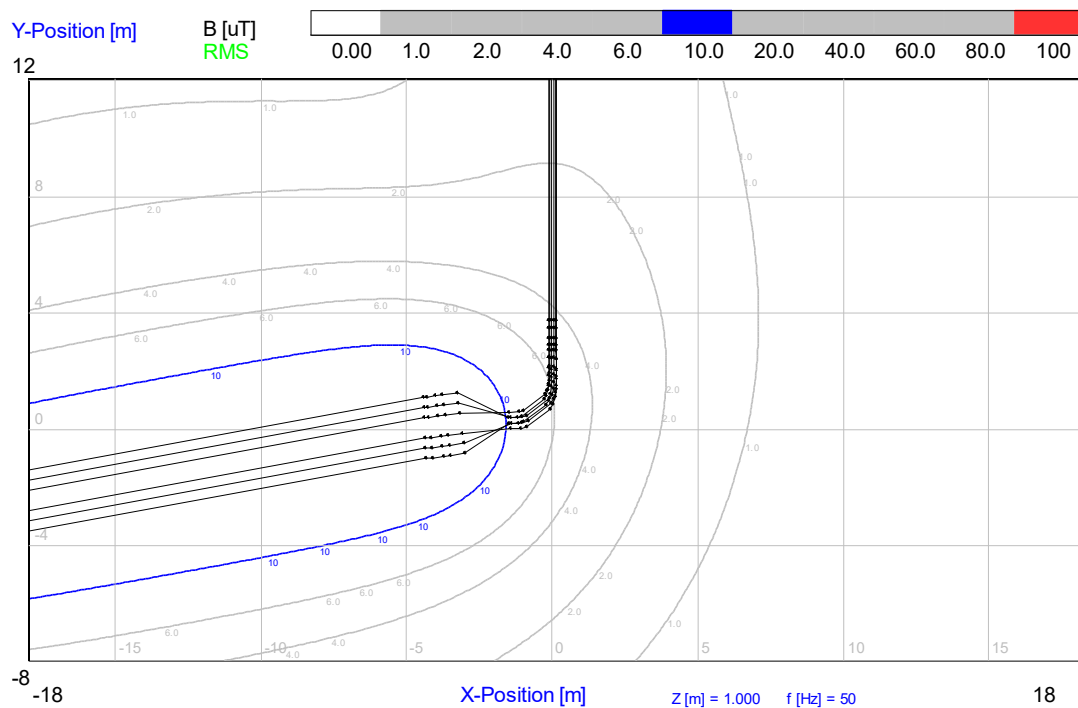


Slika 5.11: Gostota magnetnega pretoka B [μT] 1 m nad tlemi nad jaškom KJA3.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

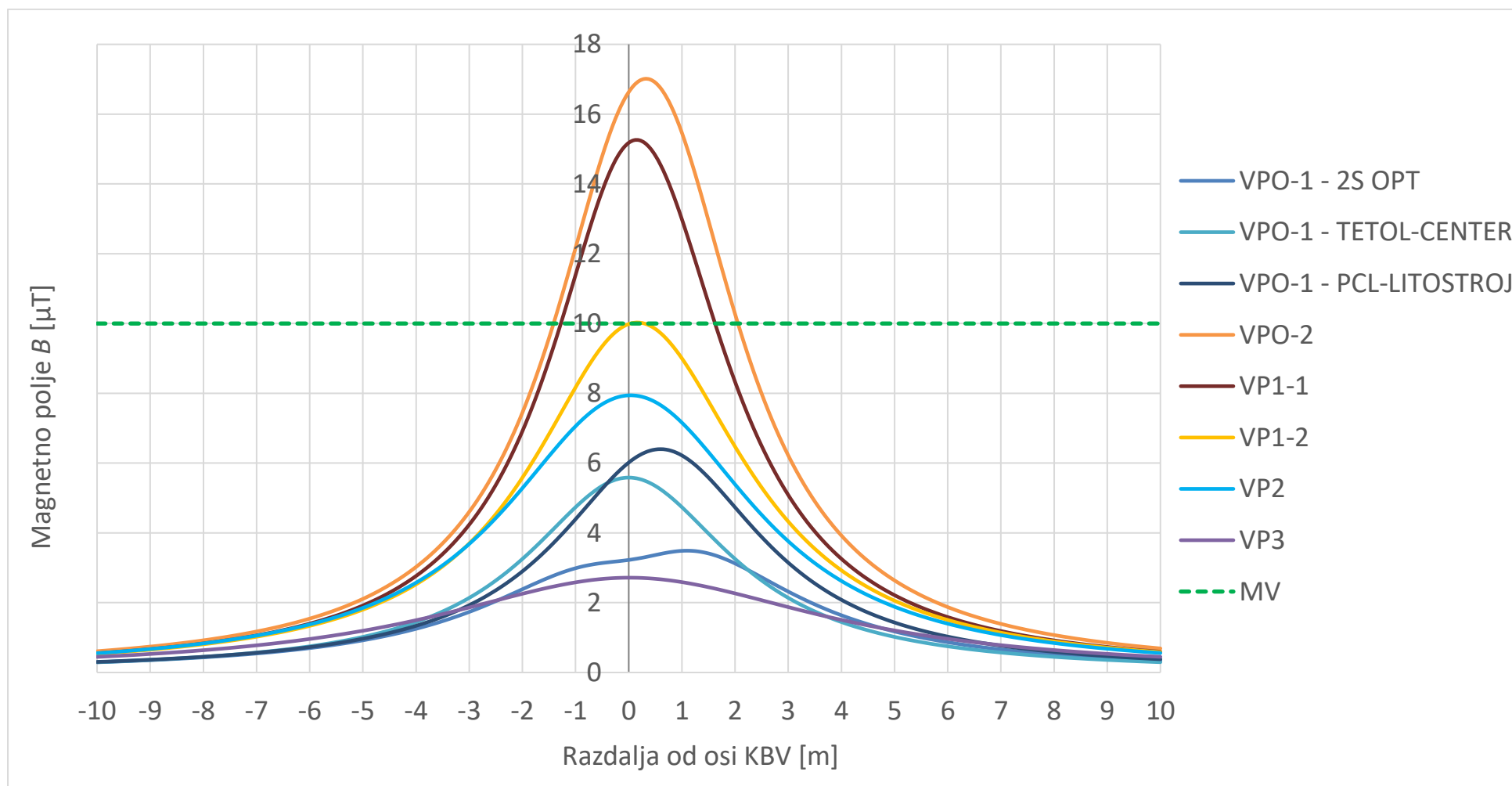


Slika 5.12: Gostota magnetnega pretoka B [μT] 1 m nad tlemi nad jaškom KJA4.



Slika 5.13: Gostota magnetnega pretoka B [μT] 1 m nad tlemi nad jaškom KJA5.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Graf 5.1: Gostota magnetnega pretoka B [μT] 1 m nad tlemi.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

5.3 Analiza splošnih izračunov lastne emisije

Izračunane vrednosti električnega in magnetnega polja, ki so podane v poglavju 5.2, izhajajo iz elektromagnetnih modelov predvidene 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center. V njih so bile upoštevane projektno predvidene vrste polaganja kablov ter ocenjene najvišje vrednosti toka, ki imajo za posledico najneugodnejše obremenjevanje okolja z elektromagnetnim sevanjem. Analizo opravimo ločeno za območja varstva pred elektromagnetnim sevanjem in stavbe.

Območja, kjer je magnetno polje 1 m nad tlemi lahko višje od 10 μT , določa potencialno vplivno območje, znotraj katerega ne sme biti I. območij varstva pred sevanjem.

Izmed analiziranih primerov vrst polaganja kablovoda vzdolž trase, trije na posameznih odsekih določajo potrebno najmanjšo oddaljenost I. območij od osi podzemnega voda³:

- Vrsta polaganja na območju obstoječe kanalizacije med KJ5 in navezavo na novo kabelsko povezavo VPO-2, 1,5 m levo in 2,1 m desno⁴; najvišja izračunana efektivna vrednost gostote magnetnega pretoka je 17,011 μT in
- Vrsta polaganja 1 na odseku med točko navezave na obstoječo kabelsko kanalizacijo in novim jaškom KJA1 VP1-1, 1,3 m levo in 1,7 m desno; najvišja izračunana efektivna vrednost gostote magnetnega pretoka je 15,253 μT ,
- Vrsta polaganja 1 na delu odseka med novim jaškom KJA1 in novim jaškom KJA2 VP1-2, 0 m levo in 0,3 m desno; najvišja izračunana efektivna vrednost gostote magnetnega pretoka je 10,026 μT .

Tabela 5.1: Najmanjša potrebna oddaljenost (pravokotno na os) I. območij od osi, glede na odsek kablovoda.

Vrsta polaganja	Odsek	VP	Min. globina na odseku (m)	Min. razdalja do I.O. (m)	B > 10 μT
<i>Obstoječa KB kanalizacija</i>	VPO-2	53,55-60,18	0,981	-1,5 – +2,1	Del odseka med obstoječim jaškom KJ5 in koncem obstoječe KBV kanalizacije
<i>I</i>	VP1-1	60,18-71,48	1,099	-1,3 – +1,7	Del odseka med obstoječo KBV kanalizacijo in KJA1
<i>I</i>	VP1-2	147,07-147,13	1,563	0 – +0,3	Del odseka med jaškoma KJA1 in KJA2

Izmed petih analiziranih primerov polaganja kablovoda v jaških, štirje določajo območja, kjer je gostota magnetnega pretoka lahko višja od 10 μT , zato v teh območjih ne sme biti I. območij varstva pred EMS. Območja ni mogoče prevesti v razdalje, ta so predstavljena grafično na slikah 5.14 do 5.17. Najvišje izračunane vrednosti gostote magnetnega pretoka nad temi jaški so:

³ Os KBV je os srednjega sistema, kjer potekata 2 sistema + rezerva in os obeh sistemov, kjer potekata dva sistema.

⁴ Gledano v smeri

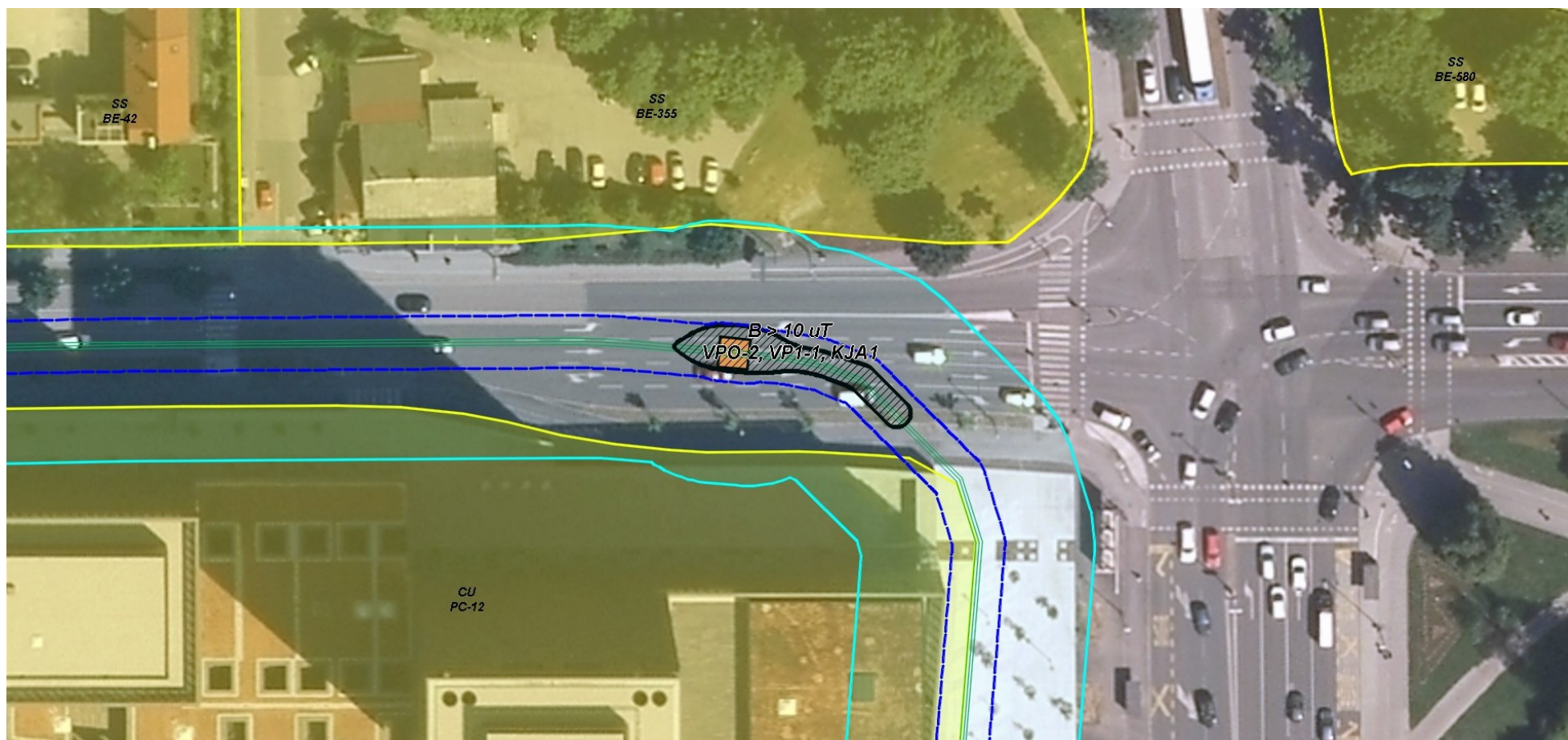
Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

- Jašek KJA1; 20,22 μT ,
- Jašek KJA2; 14,08 μT ,
- Jašek KJA5; 18,04 μT .

V nadaljnjih korakih analize smo preverili, če se v navedenih območjih kjer je magnetno polje 1 m nad tlemi višje od 10 μT , nahajajo I. območja, na katerih velja I. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem.

Gostoto magnetnega pretoka v okolici jaškov smo izračunali s podrobnejšimi modeli zato je za vsak jašek podano podrobneje določeno območje, kjer so vrednosti polja na višini 1 m višje od 10 μT .

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



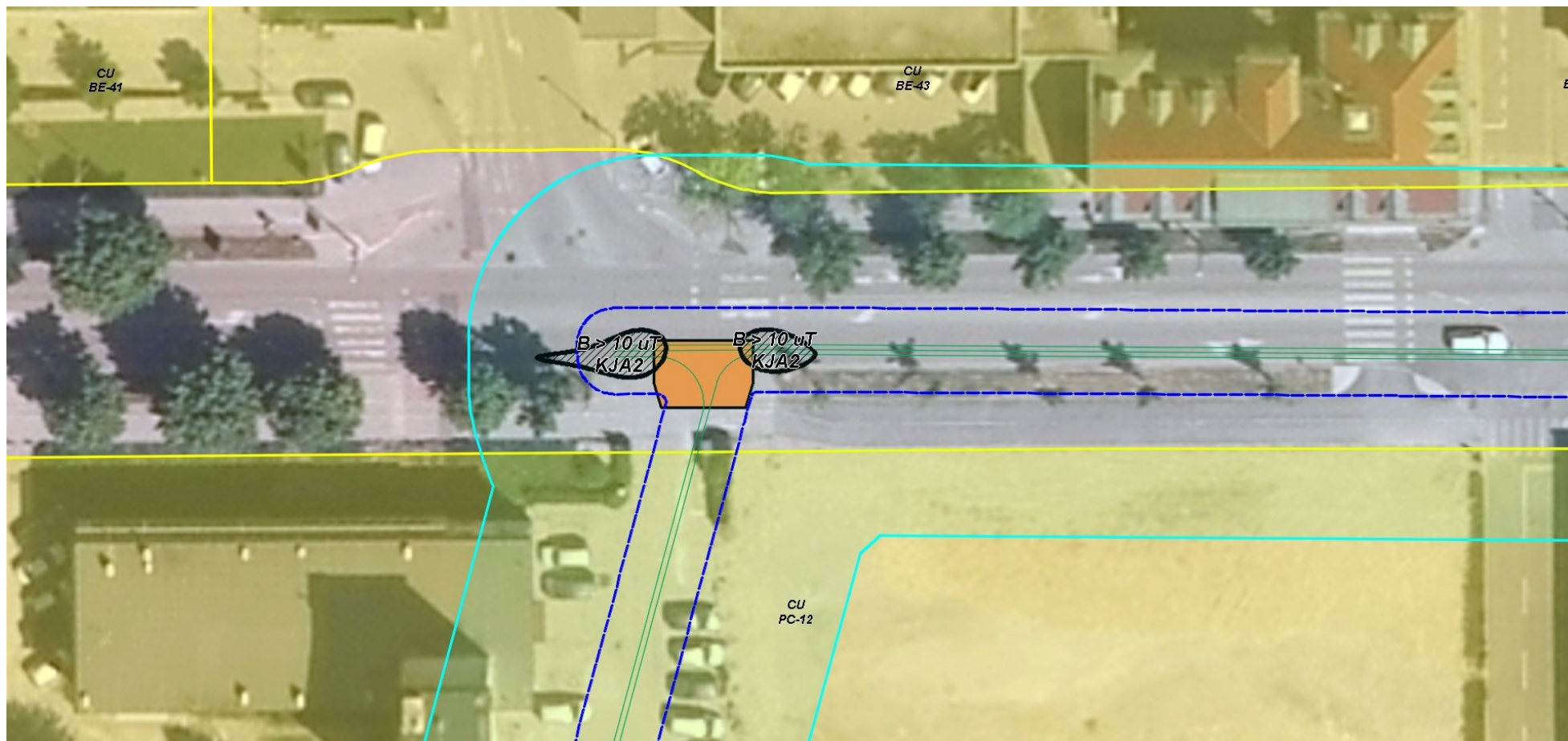
Slika 5.14: Območje (črna šrafura), znotraj katerih je magnetno polje 1 m nad tlemi lahko višje od 10 μ T in znotraj katerih ne sme biti I. območij varstva pred elektromagnetnim sevanjem (rumena območja). Območje segmenta VPO-2, VP1-1, in jaška KJA1. Označen varovalni pas (3 m) in območje obravnave (10 m).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



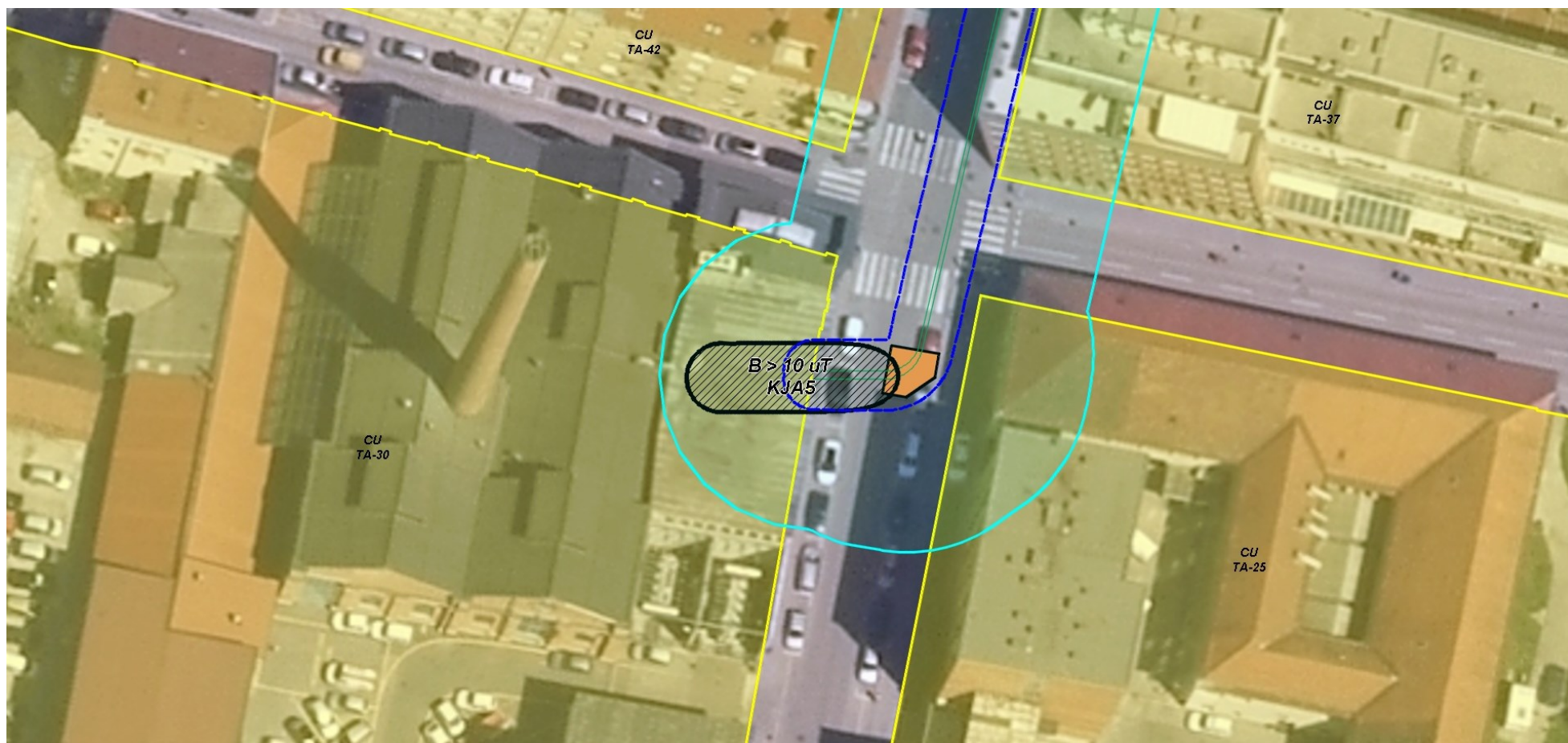
Slika 5.15: Območje (črna šrafura), znotraj katerega je magnetno polje 1 m nad tlemi lahko višje od 10 μ T in znotraj katerega ne sme biti I. območij varstva pred elektromagnetnim sevanjem (rumena območja). Območje segmenta VP1-2. Označen varovalni pas (3 m) in območje obravnave (15 m).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.16: Območje (črna šrafura), znotraj katerega je magnetno polje 1 m nad tlemi lahko višje od $10 \mu\text{T}$ in znotraj katerega ne sme biti I. območij varstva pred elektromagnetnim sevanjem (rumena območja). Območje jaška KJA2. Označen varovalni pas (3 m) in območje obravnave (15 m).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.17: Območje (črna šrafura), znotraj katerega je magnetno polje 1 m nad tlemi lahko višje od 10 µT in znotraj katerega ne sme biti I. območij varstva pred elektromagnetnim sevanjem (rumena območja). Območje jaška KJA5. Označen varovalni pas (3 m) in območje obravnave (15 m).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Na podlagi modelnih izračunov gostote magnetnega pretoka analiziranega kablovoda in grafične analize (slike od 5.14 do 5.17) ugotavljamo, da znotraj območij, kjer je magnetno polje lahko višje od $10 \mu\text{T}$, ni I. območij varstva pred elektromagnetnim sevanjem. Na sliki 5.17 je sicer označeno rumeno I. območje varstva pred elektromagnetnim sevanjem, vendar je to že področje RTP Center, ki ni opredeljeno kot I. območje.

Pri stavbah se minimalno potrebno oddaljenost ne določi na višini 1 m nad tlemi, marveč na tistih globinah, kjer segata konturi magnetnega polja $10 \mu\text{T}$ in $100 \mu\text{T}$ najdlje od osi kablovoda. V naslednji tabeli so podane te oddaljenosti za vsako vrsto polaganja.

Tabela 5.2: Najmanjša potrebna oddaljenost (pravokotno na os⁵ KBV) stavb s I. stopnjo in stavb z II. stopnjo varstva pred elektromagnetnim sevanjem od osi.

Vrsta polaganja	Odsek	Min. razdalja do stavb I.O. (m)	Min. razdalja do stavb II.O. (m)	Varovalni pas ⁵ 3 m od osi sistema
<i>Obstoječa KB kanalizacija</i>	VPO-1 – 2S optimalno	$-1,7 - +2,4$	$-0,6 - +1,2$	$-3,6 - +3,6$
<i>Obstoječa KB kanalizacija</i>	VPO-1 – 1S TeTOL-Center	$-1,8 - +1,8$	$-0,6 - +0,6$	$-3,6 - +3,6$
<i>Obstoječa KB kanalizacija</i>	VPO-1 – 1S PCL-Litostroj	$-1,3 - +2,5$	$-0,1 - +1,2$	$-3,6 - +3,6$
<i>Obstoječa KB kanalizacija</i>	VPO-2	$-2,4 - +3,0$	$-0,7 - +1,3$	$-3,6 - +3,6$
1	VP1-1 in VP1-2	$-2,3 - +2,7$	$-0,7 - +1,1$	$-3,4 - +3,4$
2	VP2	$-2,5 - +2,6$	$-1,0 - +1,0$	$-3,4 - +3,4$
3	VP3	$-2,4 - +2,4$	$-0,8 - +0,8$	$-3,2 - +3,2$

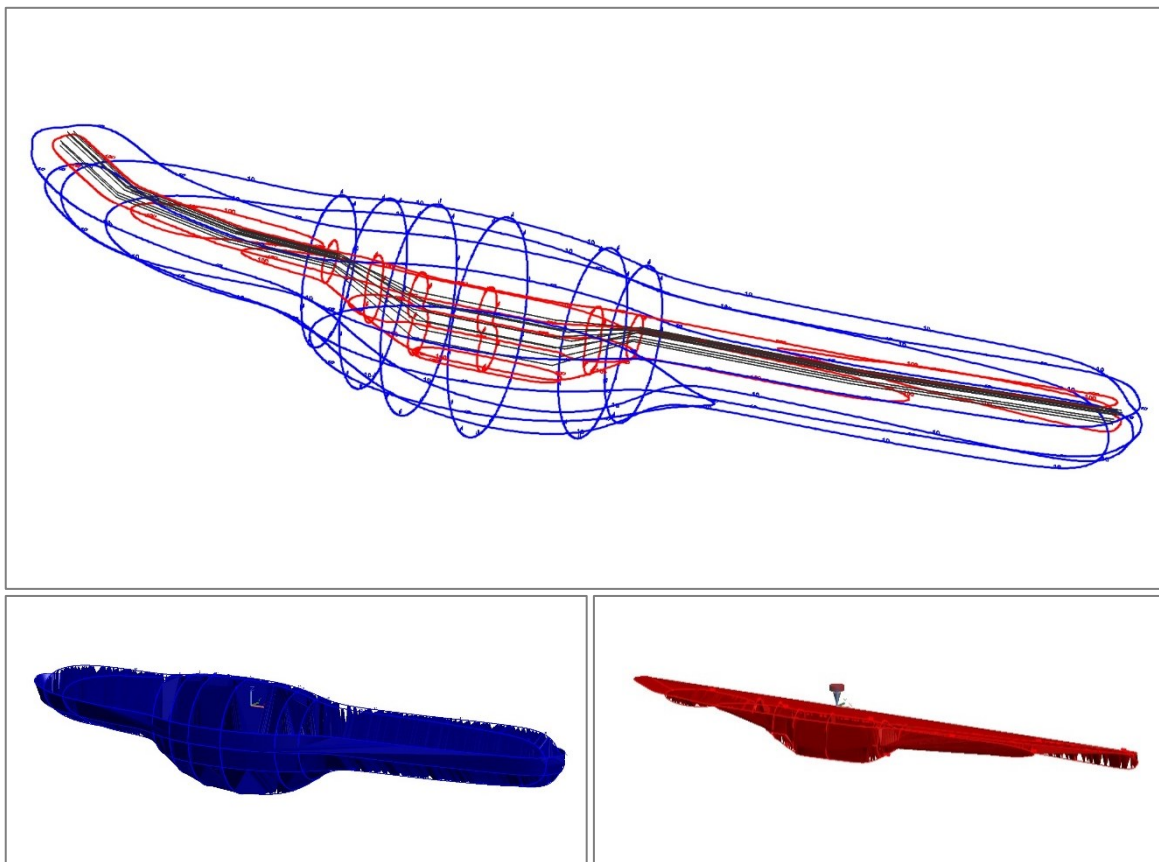
Glede na rezultate izračunov podane v tabeli 5.2 so razdalje do katere seže kontura $10 \mu\text{T}$, ki določa potrebno oddaljenost do stavb I. območja v vseh primerih znotraj varovalnega pasu, ki je določen s pravokotno razdaljo od osi sistema kablovoda. Navedena obravnava ne velja za območja jaškov.

Določitev najmanjših potrebnih oddaljenosti stavb od jaškov je bolj kompleksna, zaradi kompleksnejše razporeditve kablov (primer za jašek KJA1 je na sliki 5.18). Območje, kjer je gostota magnetnega pretoka višja od $10 \mu\text{T}$ ali $100 \mu\text{T}$ je kompleksne 3D oblike. Z različnimi prereznimi izračuni smo za vsak jašek to 3D kompleksno obliko prevedli⁶ v najmanjšo potrebno oddaljenost od roba jaška, kot so prikazani na slikah v poglavju 2.2.

⁵ Os vseh sistemov, tako kot je upoštevano tudi v modelih in izračunih v poglavju 5.2.

⁶ Podana razdalja je največja razdalja dobljena iz vseh prereznih izračunov.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.18: Sestavljen 3D prikaz gostote magnetnega pretoka B [μT] iz različnih pravokotnih prereznih izračunov v okolici jaška KJA1.

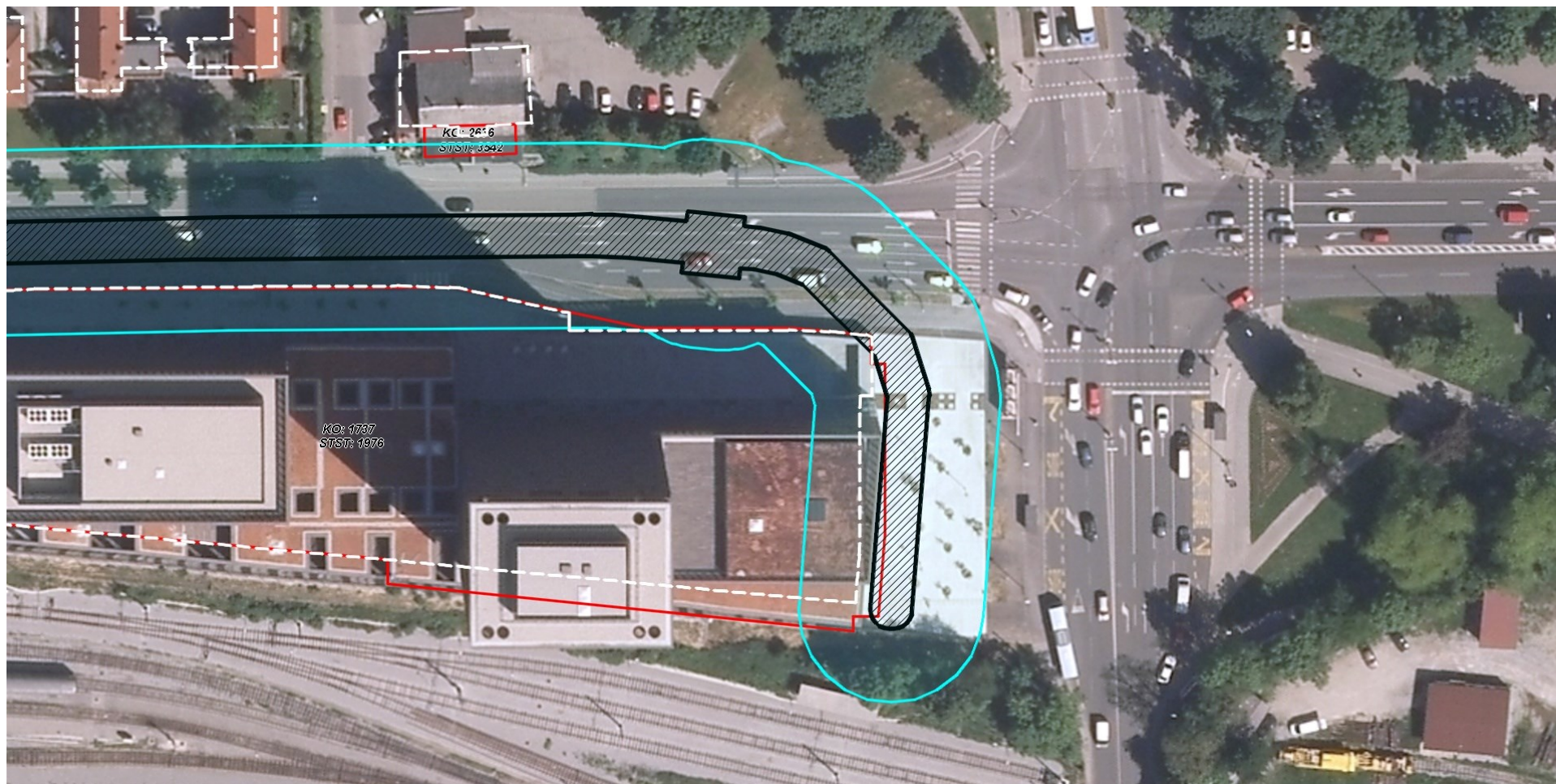
Modra kontura $10 \mu\text{T}$, rdeča kontura $100 \mu\text{T}$.

Tabela 5.3: Najmanjša potrebna oddaljenost (od roba jaška) stavb s I. stopnjo in stavb z II. stopnjo varstva pred elektromagnetnim sevanjem od osi.

Jašek	Min. razdalja do I.O. (m)	Min. razdalja do II.O. (m)
<i>KJA1</i>	2,65	<i>Ne sega iz jaška</i>
<i>KJA2</i>	2,8	<i>Ne sega iz jaška</i>
<i>KJA3</i>	2,5	<i>Ne sega iz jaška</i>
<i>KJA4</i>	3,0	0,3
<i>KJA5</i>	3,3	0,4

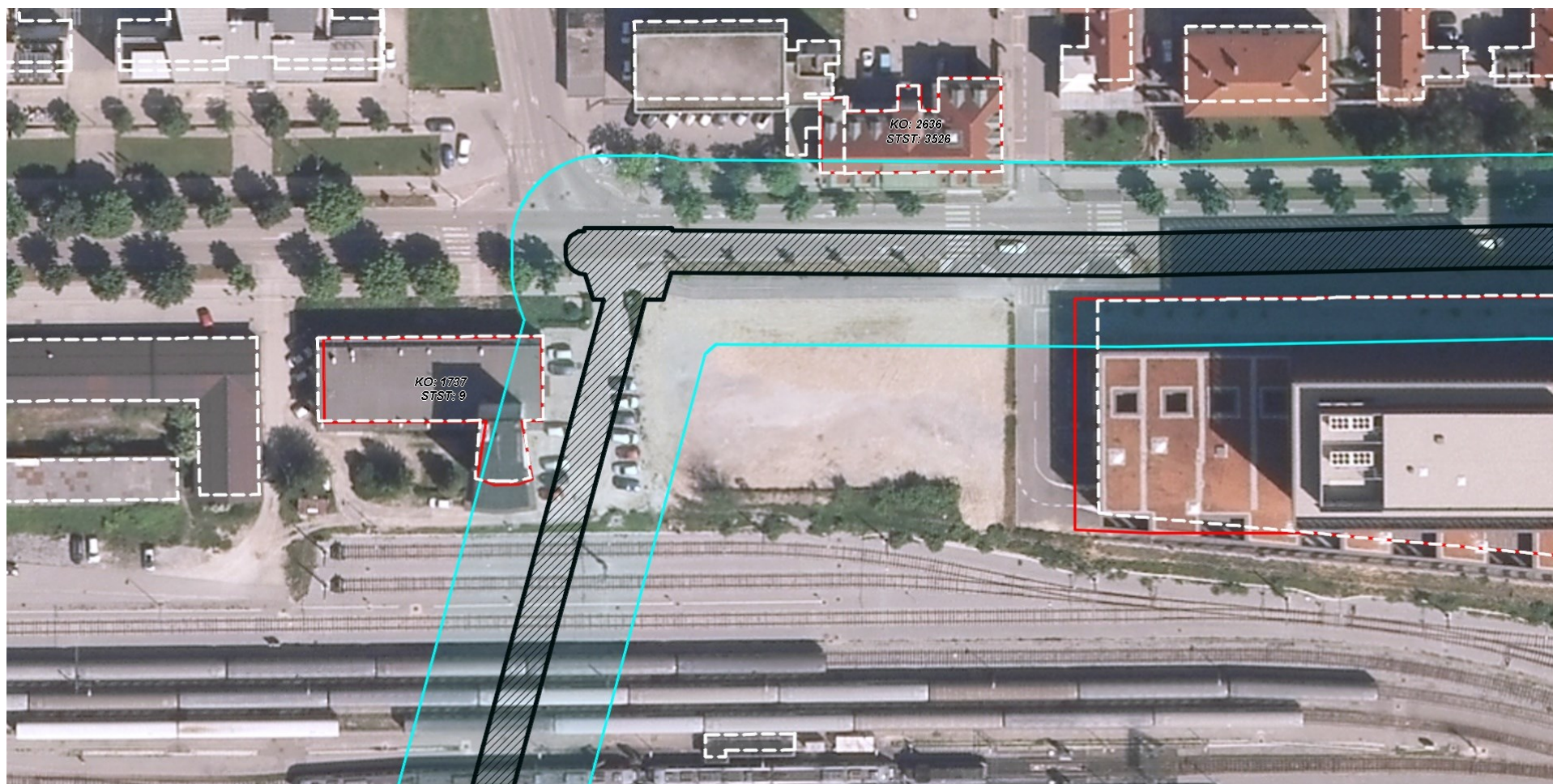
Navedene razdalje iz tabele 5.3 združimo z rezultati v tabeli 5.2 in jih prevedemo območje v katerem je treba za identificirane stavbe s I. stopnjo varstva pred EMS opraviti podrobnejšo individualno analizo (slike 5.19 do 5.23).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



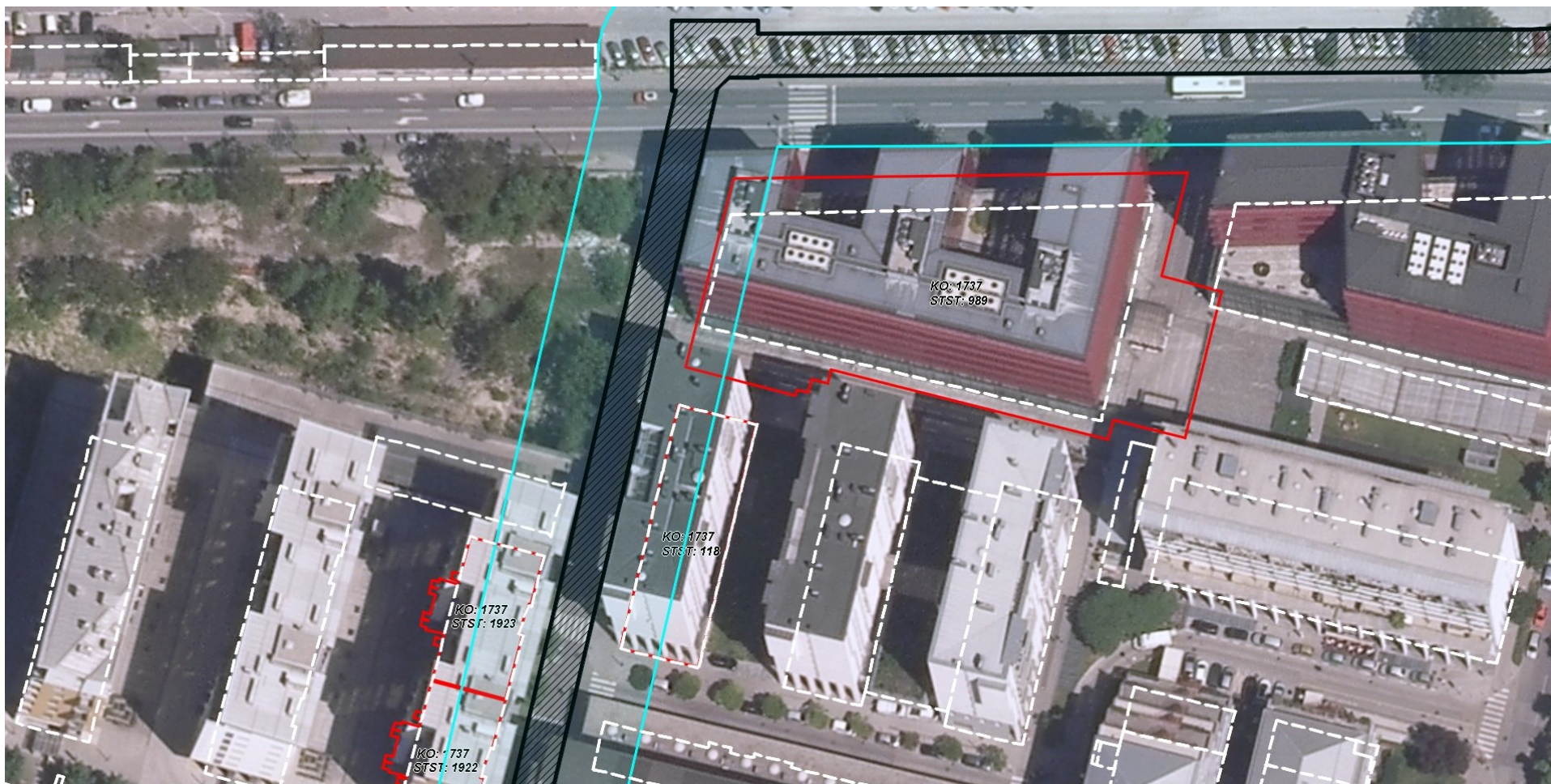
Slika 5.19: Območje za identifikacijo stavb s I. stopnjo varstva pred EMS (črno šrafirano območje). Stavbe s I. stopnjo varstva pred EMS so rdeče. Stavbe iz GN (bela črtkana črta). Označeno območje obravnave (15 m). Območje RTP 110/20/10 kV PCL.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



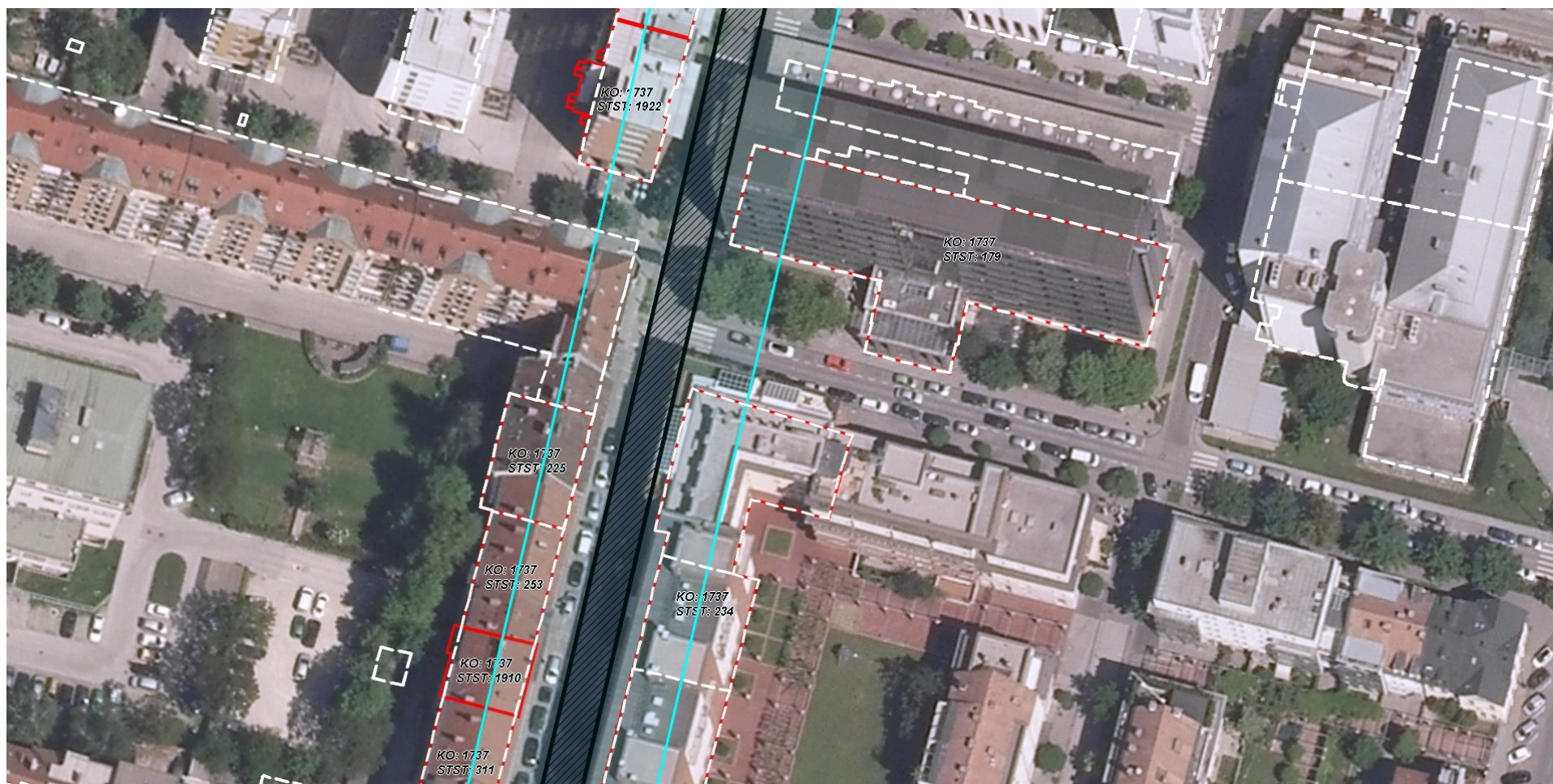
Slika 5.20: Območje za identifikacijo stavb s I. stopnjo varstva pred EMS (črno šrafirano območje). Stavbe s I. stopnjo varstva pred EMS so rdeče. Stavbe iz GN (bela črtkana črta). Označeno območje obravnave (15 m). Območje Vilharjeve ceste.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



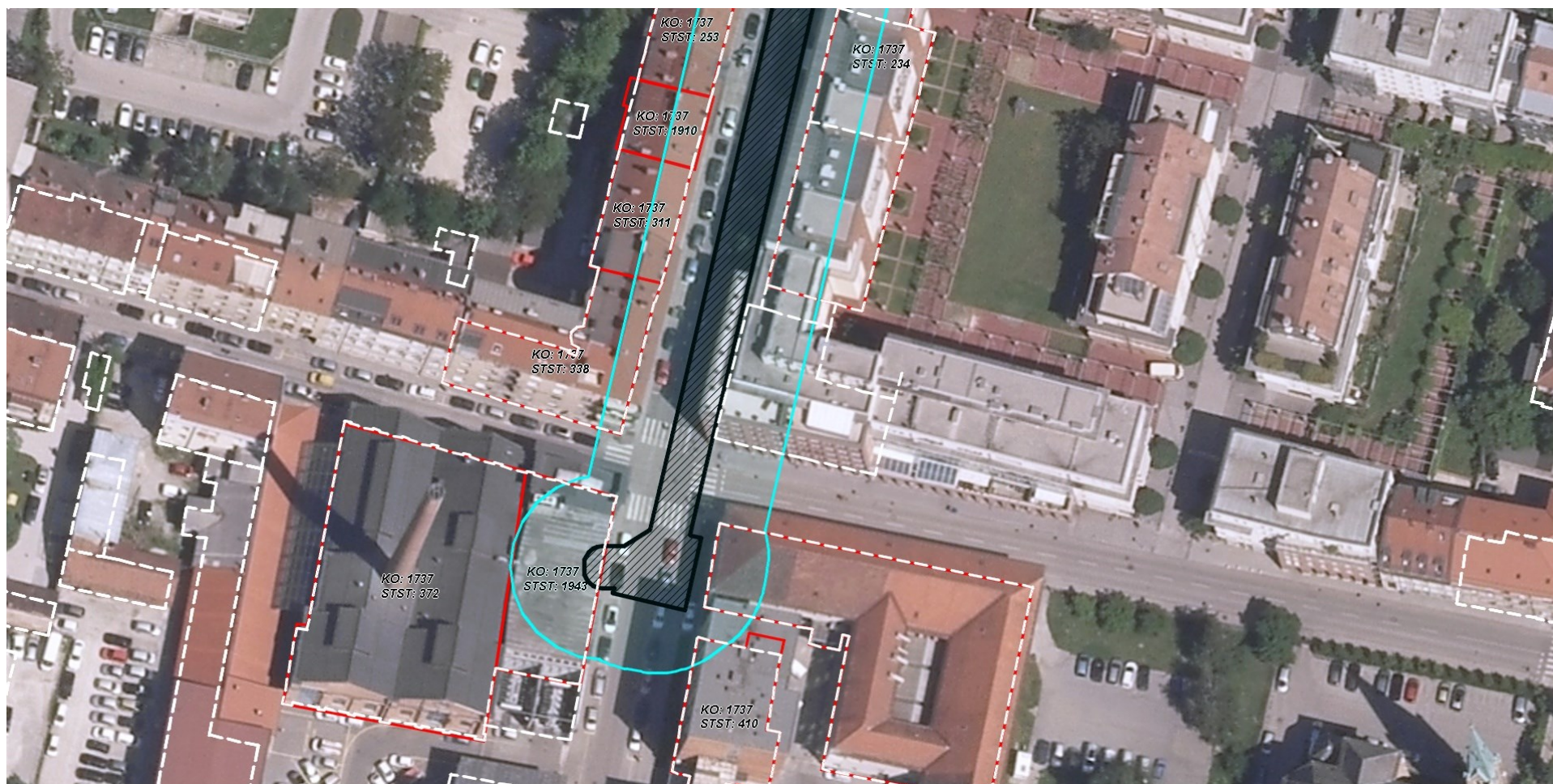
Slika 5.21: Območje za identifikacijo stavb s I. stopnjo varstva pred EMS (črno šrafirano območje). Stavbe s I. stopnjo varstva pred EMS so rdeče. Stavbe iz GN (bela črtkana črta). Označeno območje obravnave (15 m). Območje Masarykove ceste in Kotnikove ulice.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.22: Območje za identifikacijo stavb s I. stopnjo varstva pred EMS (črno šrafirano območje). Stavbe s I. stopnjo varstva pred EMS so rdeče. Stavbe iz GN (bela črtkana črta). Označeno območje obravnave (15 m). Območje Kotnikove ulice.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.23: Območje za identifikacijo stavb s I. stopnjo varstva pred EMS (črno šrafirano območje). Stavbe s I. stopnjo varstva pred EMS so rdeče. Stavbe iz GN (bela črtkana črta). Označeno območje obravnave (15 m). Območje Kotnikove ulice in RTP 110/20/10 kV Center.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Tabela 5.4: Identificirane stavbe za podrobnejšo individualno analizo v katerih na podlagi konzervativnega⁷ kriterija velja I. stopnja varstva pred EMS.

Naslov	SID	Število delov stavb v stavbi	Vsi CC_SI v stavbi	Stopnje varstva pred EMS	Odsek KBV
<i>k.o.: 1737, št.st.: 1976</i>	32095397	1258	NP 1122100 1211202 1220201 1220301 1230104 1230401 1230402 1242003 1252002 1264002 1274006 1274015 1274020	I. stopnja in II. stopnja	VPO-1 in VPO-2
<i>k.o.: 1737, št.st.: 1943</i>	31306537	1	NP	I. stopnja ⁸	Jašek KJA5-RTP Center

Na podlagi opisanih postopkov in konzervativnega kriterija določitve stopnje varstva pred EMS za stavbe smo za podrobnejšo analizo identificirali 2 stavbi (tabela 5.4). Stavba s SID = 31306537, je bila v prvem koraku opredeljena kot stavba s I. stopnjo varstva pred EMS, zato ker ni bilo podatka o CC_SI identifikatorju. V takem primeru na podlagi konzervativnega kriterija v prvem koraku analize celotni stavbi pripišemo I. stopnjo varstva pred EMS. Dejansko je to stavba RTP Center, ki ni opredeljena kot I. stopnja varstva pred EMS, zato tu mejne vrednosti nizkofrekvenčnega elektromagnetnega polja niso presežene. Stavba s SID = 32095397, je stanovanjsko-poslovni kompleks Situla, v katerem se nahaja 1258 delov stavb, ki jim lahko na podlagi CC_SI identifikatorja pripišemo bodisi I. bodisi II. stopnjo varstva pred EMS. V prvem koraku smo celotni stavbi na podlagi konzervativnega kriterija pripisali I. stopnjo varstva pred EMS. Glede na to, da smo z analizo EMS ugotovili, da lahko kontura 10 μ T sega v obravnavano stavbo, je treba v drugem koraku, ugotoviti, kakšna je dejanska raba dela stavbe v katerega sega ta kontura magnetnega polja.

Od projektanta smo pridobili risbe kletnih prostorov Situle [23] od koder je razvidno, da kontura 10 μ T ne sega v notranjost stavbe, temveč se zaključuje v steni. Na drugi strani stene so parkirišča, kjer ravno tako ne velja I. stopnja varstva pred EMS. S podrobnejšo razvrstitvijo prostorov oz. delov stavb smo tako ugotovili, da tudi v Situli mejne vrednosti nizkofrekvenčnega elektromagnetnega polja niso presežene.

⁷ Glej opis na v poglavju 2.3 strani 13.

⁸ Kadar ni podatka o CC_SI identifikatorju v prvem koraku privzamemo konzervativni kriterij, da v stavbi velja I. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

V obravnavanem področju ni drugih stavb, kar pomeni, da tudi mejne vrednosti v stavbah z II. stopnjo varstva pred EMS niso presežene.

Konture magnetnega polja $100 \mu\text{T}$ se pri jaških KJA4 in KJA5 lahko zaključujejo izven jaška – na drugi strani stene jaška. Po zagotovilih projektanta obravnavane kabelske povezave sta navedena jaška vkopana v zemljo, kar pomeni, da območje, kjer je magnetno polje višje od $100 \mu\text{T}$, ni fizično dostopno. Tudi tu lahko zaključimo, da v okolici jaškov mejne vrednosti na območjih z II. stopnjo varstva pred EMS niso presežene.

Analiza izračunov lastne emisije je pokazala, da predpisane mejne vrednosti magnetnega polja:

- niso presežene na II. območjih na katerih velja II. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem (B_{max} nad kablom = $17,011 \mu\text{T}$ $\mu\text{T} < 100 \mu\text{T}$ in B_{max} nad jaškom = $20,22 \mu\text{T}$),
- niso presežene na I. območjih na katerih velja I. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem,
- niso presežene v stavbah s I. stopnjo varstva pred elektromagnetnim sevanjem in
- niso presežene v stavbah z II. stopnjo varstva pred elektromagnetnim sevanjem.

5.4 Ocena celotne obremenitve

Uredba o EMS v IV. poglavju definira določanje in vrednotenje obremenitve s sevanjem, kot lastno obremenitev zaradi obratovanja posameznega vira sevanja in kot celotno obremenitev območja s sevanjem zaradi obratovanja vseh virov sevanja. Celotno obremenitev se določi znotraj območja pomembnosti⁹ obstoječih virov.

V območju obravnave analizirane 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center, znotraj območja pomembnosti obstoječih virov (navedeni v poglavju 4) sevanja se nahajajo tako I. območja kot II. območja varstva pred EMS. Zato analizo razdelimo na dva dela in jo opravimo ločeno za II. območja in I. območja varstva pred EMS.

Celotno emisijo na II. območjih varstva pred EMS lahko pavšalno ocenimo s seštevanjem prispevkov teoretično možnih maksimalnih vrednosti lastnih emisij obstoječih virov sevanja s prispevkom bodočega. Najvišja vrednost lastne emisije magnetnega polja 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center je enaka $20,22 \mu\text{T}$. Največja ocenjena lastna emisija magnetnega polja SN kablovoda je $0,75 \mu\text{T}$. Na podlagi navedenih višin vrednosti polja in števila obstoječih SN kablovodov navedenih v poglavju 4.2 lahko vidimo, da tudi seštevek prispevkov maksimalnih vrednosti (kar je ocena, ki ni realna – niti v prostorskem niti v električnem smislu, in jo uporabimo le kot konzervativen dokaz za nepreseganje mejnih

⁹ Območje pomembnosti vira sevanja je območje znotraj katerega so efektivne vrednosti elektromagnetnega polja višje od 20 % najstrožje mejne vrednosti. Le nadzemni 110 kV vodi so pomembni viri elektromagnetnega sevanja (glej poglavje 4.2).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

vrednosti) kaže na to, da celotna emisija zaradi obratovanja vseh virov sevanja na II. območju gotovo ne bo višja od dopustnih mejnih vrednosti 100 μT in 10 kV/m.

Tudi celotno emisijo na I. območjih varstva pred EMS poskusimo pavšalno oceniti s seštevanjem prispevkov teoretično možnih maksimalnih vrednosti lastnih emisij obstoječih virov sevanja s prispevkom bodočega. V poglavju 4.2 smo ugotovili, da je v celotnem območju obravnave največje število SN kablovoda, ki so v celoti na I. območju enako 5. Njihov največji prispevek je pavšalno ocenjen glede na število SN kablovoda.

Tabela 5.5: Pavšalno ocenjena celotna obremenitev na višini 1 m nad tlemi, za vzporedno potekajoče maksimalno obremenjene SN kablovode.

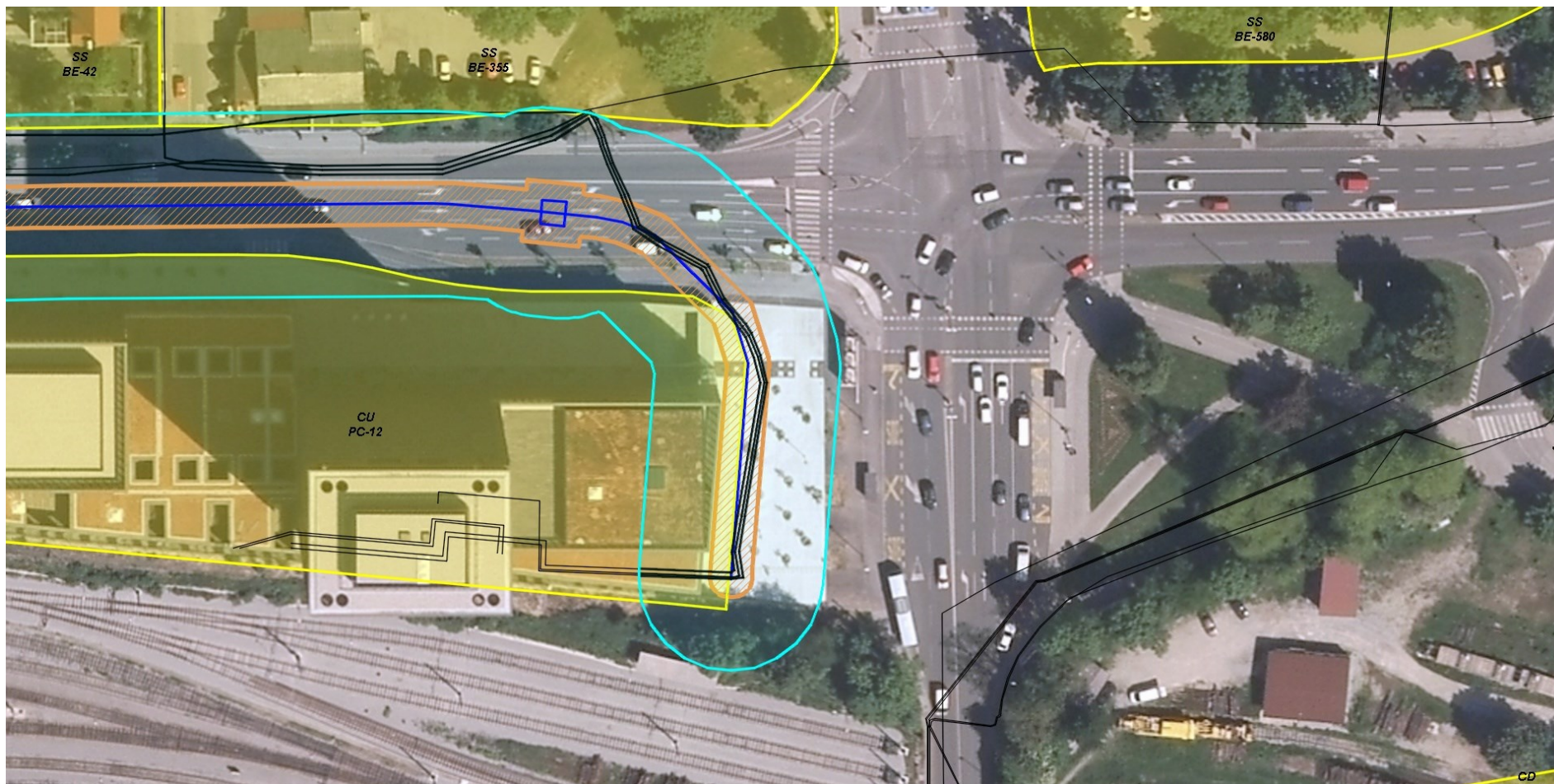
Število vzporedno potekajočih SN KBV	Prispevek k celotni obremenitvi B [μT]	Razlika do mejne vrednosti 10 μT
0	0	10
1	0,75	9,25
2	1,50	8,50
3	2,25	7,75
4	3,00	7,00
5	3,75	6,25

Do mejne vrednosti 10 μT tako v najbolj neugodnem primeru preostane še 6,25 μT . Glede na rezultate lastne emisije 110 kV kableske povezave med RTP PCL in RTP Center podane na grafu 5.1 lahko območja potencialnih presežanj celotne obremenitve identificiramo s prekrivanjem območja varovalnega pasu obravnavanega voda¹⁰, I. območij varstva pred sevanjem in osi obstoječih SN kablovoda (slike 5.24 in 5.25). Na teh območjih je nato treba ugotoviti način polaganja in globino vkopa za določitev prispevka lastne emisije 110 kV kableske povezave med RTP PCL in RTP Center, ki jo prištejemo k prispevku obstoječih SN kablovoda na identificirani lokaciji. Še enkrat poudarimo, da je tak seštevek prispevkov maksimalnih vrednosti ocena, ki ni realna – niti v prostorskem niti v električnem smislu, in jo uporabimo le kot konzervativen dokaz za nepreseganje mejnih vrednosti.

Na obeh identificiranih odsekih prikazanem na slikah 5.24 in 5.25, potekajo trije obstoječi SN kablovodi, kar pomeni glede na podatke iz tabele 5.5, da je razlika do mejne vrednosti 10 μT enaka 7,75 μT . Na prvem odseku je obravnavana 110 kV kableske povezave med RTP PCL in RTP Center položena v obstoječi kabelski kanalizaciji tip polaganja VPO-1, pri katerem je lahko najvišja lastna vrednost gostote magnetnega pretoka enaka 6,4 μT , kar je manj od razlike do mejne vrednosti. Na drugem odseku je obravnavana 110 kV kableske povezave med RTP PCL in RTP Center uporabljena vrsta polaganja VPO-3, pri kateri je lahko najvišja lastna vrednost gostote magnetnega pretoka enaka 2,716 μT , kar je manj od razlike do mejne vrednosti.

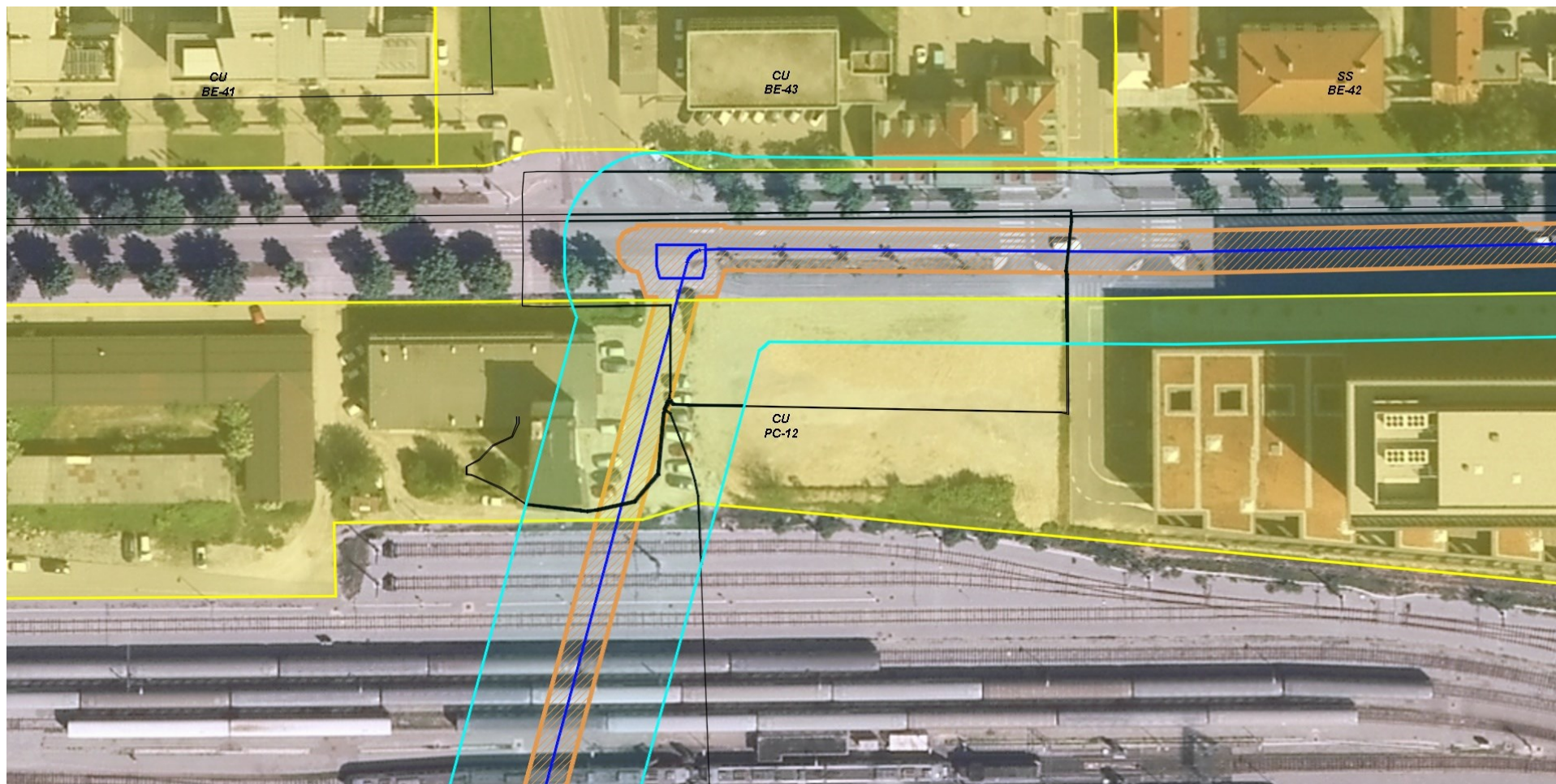
¹⁰ Podobno kot pri identifikaciji stavb s I. stopnjo varstva pred EMS (tabela 5.2 in 5.3).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.24: Identificirano I. območje varstva pred EMS na območju RTP PCL v varovalnem pasu obravnavane 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center ter trije obstoječi SN kablovodi (označeno z modro obrobo in šrafuro).

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.



Slika 5.25: Identificirano I. območje varstva pred EMS na območju podvrtavanja pod železniško progo v varovalnem pasu obravnavane 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center ter trije obstoječi SN kablovodi (označeno z modro obrobo in šrafuro).



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

6 OCENA VPLIVOV NA OKOLJE

6.1 Smernice za vrednotenje obremenjevanja okolja z EMS

Smernice za vrednotenje obremenjevanja naravnega in življenjskega okolja z elektromagnetnim sevanjem oblikujemo na podlagi določil *Uredbe o EMS*, značilnosti vira elektromagnetnega sevanja, opisa in opredelitve okolja.

Tabela 6.1: Opredelitve, ki so podlaga za oblikovanje smernic za vrednotenje

Viri sevanja in področje vrednotenja	Opredelitev
110 kV kabelska povezava med RTP PCL in RTP Center	<i>Nov nizkofrekvenčni vir sevanja</i>
Obstoječi SN kablovodi	<i>Pomembni viri sevanja</i>

Za lastno emisijo 110 kV kabelske povezave med RTP PCL in RTP Center se upoštevajo mejne vrednosti, ki veljajo za I. in II. stopnjo varstva pred sevanjem za nove nizkofrekvenčne vire sevanja. Na II. območju varstva pred sevanjem znaša mejna efektivna vrednost za električno poljsko jakost 10.000 V/m, medtem ko znaša mejna efektivna vrednost gostote magnetnega pretoka 100 μ T. Na I. območju varstva pred sevanjem znaša mejna efektivna vrednost za električno poljsko jakost 500 V/m, medtem ko znaša mejna efektivna vrednost za gostoto magnetnega pretoka 10 μ T.

Za celotno obremenitev se upoštevajo enake to je strožje mejne vrednosti¹¹.

6.2 Vrednotenje obremenjevanja naravnega in življenjskega okolja z EMS

Vrednotenje obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem je izdelano na podlagi metodologije iz priloge 1 k *Uredbi o EMS*. Izhodišče za vrednotenje predstavljajo analizirane efektivne vrednosti gostote magnetnega pretoka (B), ocena¹² efektivne vrednosti električne poljske jakosti (E) ter smernice za vrednotenje obremenjevanja naravnega in življenjskega okolja z elektromagnetnim sevanjem.

Na podlagi opravljenega vrednotenja obremenjevanja okolja z nizkofrekvenčnim elektromagnetnim poljem, ki ga pri svojem normalnem delovanju povzroča 110 kV kabelska povezava med RTP PCL in RTP Center, ugotavljamo, da so analizirane efektivne vrednosti gostote magnetnega pretoka (B):

¹¹ Ker nismo ugotavljali datuma umestitve obstoječih SN kablovodov v prostor smo privzeli najbolj neugoden scenarij, kot da so vsi SN vodi glede na Uredbo o EMS opredeljeni kot novi viri sevanja.

¹² Električno polje kablovoda je učinkovito zaslonjeno. Efektivna vrednost električne poljske jakosti je nižja od merilnega praga inštrumenta, ki ga uporabljamo za merjenje elektromagnetnega polja.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

- lastne emisije na I. območjih manjše od dopustne mejne vrednosti 10 μT ,
- lastne emisije na II. območjih manjše od dopustne mejne vrednosti 100 μT ,
- celotne obremenitve na I. območjih manjše od mejne vrednosti 10 μT ,
- celotne obremenitve na II. območjih manjše od mejne vrednosti 100 μT

in vrednosti električne poljske jakosti (E) za:

- lastne emisije na I. območjih manjše od dopustne mejne vrednosti 500 V/m,
- lastne emisije na II. območjih manjše od dopustne mejne vrednosti 10.000 V/m,
- celotne obremenitve na I. območjih manjše od mejne vrednosti 500 V/m,
- celotne obremenitve na II. območjih manjše od mejne vrednosti 10.000 V/m.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

7 PODATKI O UKREPIH ZA PREPREČITEV, ZMANJŠANJE ALI ODPRAVO NEGATIVNIH VPLIVOV POSEGA IN MOŽNIH NEGATIVNIH UČINKOV NA OKOLJE IN ZDRAVJE LJUDI TER GLAVNIH ALTERNATIVAH, KI SO BILE GLEDE TEH UKREPOV PROUČENE

Omilitveni ukrep s stališča elektromagnetnega sevanja je predpisana fazna razporeditev v obstoječi kabelski kanalizaciji med PCL in obstoječim jaškom KJ5 kot prikazuje slika 5.1. Vsaka drugačna fazna razporeditev brez podrobnejše analize elektromagnetnega polja je nedopustna.

Potencialna vplivna območja so območja na katerih je polje lahko višje od 10 μ T. Ugotovljeno je, da znotraj teh območij ni I. območij varstva pred EMS, zato mejne vrednosti niso presežene. Navedena območja v prihodnje ne smejo postati I. območja varstva pred EMS. Navedena območja se bodo nahajala znotraj varovalnega pasu, zato bodo tam veljale omejitve v skladu s *Pravilnikom o pogojih in omejitvah gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območju varovalnega pasu elektroenergetskih omrežij (Uradni list RS, št. 101/10 in 17/14 – EZ-1)*.



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

8 PODATKI O DOLOČITVI OBMOČJA, NA KATEREM POSEG POVZROČA OBREMENITVE OKOLJA, KI LAHKO VPLIVAJO NA ZDRAVJE IN PREMOŽENJE LJUDI

Na območju obravnave elektromagnetnega sevanja 110 kV kabelska povezava med RTP PCL in RTP Center ob upoštevanju omilitvenih ukrepov, ni ugotovljenega preseganja mejnih vrednosti elektromagnetnega sevanja.



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

9 POLJUDNI POVZETEK PODATKOV, NAVEDENIH V POSAMEZNIH POGLAVJIH

V poročilu je analizirano obremenjevanje elektromagnetnega sevanja za poseg izgradnje 110 kV kableske povezave med RTP PCL in RTP Center. Naročnik poročila obravnavnega posega je Elektro Ljubljana d.d., Slovenska c. 58, 1000 Ljubljana.

Izbrana tehnična rešitev predstavlja s stališča Energetskega zakona [27] in podzakonskih aktov s tega področja temeljito preučeno varianto predvidenega posega, v katero so vključene tudi sestavine okoljevarstvene zakonodaje.

Na podlagi:

- zakonsko predpisanih določil Uredbe o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju,
- projektne dokumentacije za načrtovan poseg,
- navedenih tehničnih značilnosti posega in opisa stanja prostora,
- opredelitev virov sevanja v območju ocenjevanja vplivov elektromagnetnega sevanja na okolje,
- računskega postopka vrednotenja električnega in magnetnega polja ter analize vplivov na okolje in
- ocene vplivov elektromagnetnega sevanja na okolje,

ocenjujemo, da je načrtovan poseg izgradnje 110 kV kableske povezave med RTP PCL in RTP Center s stališča obremenjevanja okolja z nizkofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem ob upoštevanju omilitvenih ukrepov, sprejemljiv za okolje.



Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

10 SKLEPNI DEL (VIRI PODATKOV IN INFORMACIJ, UPORABLJENIH ZA PRIPRAVO POROČILA)

1. *110 kV povezava med RTP PCL in RTP Center, Dokumentacija za pridobitev mnenja soglasodajalcev, št. elaborata: DK09---1P/01, št. projekta: DK09-A572/164, št. mape: DK09---1P/M01, IBE, oktober 2016.*
2. *Geodetski načrt v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 25.11.2016.*
3. *Situacija v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 24.11.2016.*
4. *Vzdolžni profil v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 24.11.2016.*
5. *Preseki kanalizacije in jaškov v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 24.11.2016.*
6. *Trasa predvidene KBV povezave v SHP, prejeto s strani projektanta IBE, dne 24.11.2016.*
7. *Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana - izvedbeni del. [Na spletu]. Dosegljivo: <http://www.ljubljana.si/si/mol/ijz/register-neuradno-preciscenih-besedil/okolje-prostor/obcinski-prostorski-nacrt/>. [Dostopano: 19. 1. 2017].*
8. *Urbanistično mnenje o projektni dokumentaciji za 110 kV elektrovod, Oddelek za urejanje prostora, Mestna občina Ljubljana, e-pošta, prejeta 20.1.2017, s strani projektanta IBE.*
9. *Kataster stavb, podatki prejeti s strani GURS, dne 01.12.2016.*
10. *Register nepremičnin, podatki prejeti s strani GURS, dne 01.12.2016.*
11. *Ministrstvo za okolje in prostor. Prostorski informacijski sistem. Podatki o namenski rabi prostora in obstoječih elektrovodih. [Na spletu]. Dosegljivo: http://arhiv.mm.gov.si/mop/interno/obcinski_akti/veljavni_opn/ob_ljubljana/OPN/ [Dostopano: 18. 1. 2017].*
12. *Digitalni ortofoto DOF025, E2444, E2445, podatki prejeti s strani GURS, dne 26.11.2014.*
13. *Trasa predvidene KBV povezave v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 16.2.2017.*
14. *Osi sistemov KBV povezave v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 13.3.2017.*
15. *Vzdolžni profil v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 9.3.2017.*
16. *Vzdolžni profil v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 16.3.2017.*
17. *Vzdolžni profil obstoječe kabelske kanalizacije med jaškom KJ1 v PCL in jaškom KJ3 v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 23.3.2017.*
18. *Preseki kanalizacije v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 14.3.2017.*

Grabner K., B. Cestnik, J. Nardin: Analiza obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem za 110 kV kabelsko povezavo med RTP PCL in RTP Center. VENO 3697. Elektroinštitut Milan Vidmar. Ljubljana. 2017.

19. *Preseki jaškov v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 17.3.2017.*
20. *Poteki sistemov kablovoda, sestanek s projektantom IBE, dne 30.3.2017.*
21. *Tokovne obremenitve sistemov KBV, elektronska pošta, prejeta s starani projektanta IBE, dne 30. 3. 2017.*
22. *Poročilo o pregledu kabelske kanalizacije, Gradnje Polak, prejeto s strani naročnik Elektro Ljubljana, dne 29. 3. 2017.*
23. *Prostor ob KBV, tlorisi prostorov s Situli v DWG, prejeto s strani projektanta IBE, dne 29.3.2017.*
24. *Fotografije jaška KJ0, prejeto s strani projektanta IBE, dne 29.3.2017.*
25. *Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96 in 41/04 – ZVO-1).*
26. *Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 70/96, 41/04 – ZVO-1 in 17/11 – ZTZPUS-1).*
27. *Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16).*
28. *Energetski zakon (Uradni list RS, št. 17/14 in 81/15).*
29. *Cestnik, B., R. Vončina, F. Žlahtič: Elektromagnetna sevanja električnih naprav in postrojev v naravno in življenjsko okolje, Elektroinštitut Milan Vidmar, referat št.: 1349, Ljubljana 1998.*
30. *Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (Uradni list RS, št. 36/09).*
31. *Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14 in 57/15).*

