

# **Projekt 900.061-1 Tehnični opis**

**»DAB+ insertiranje sporočil v izrednih  
dogodkih v AC predorih«**

**Vransko - Ločica - Jasovnik - Trojane -  
Podmilj**

**Za**

**RTV Slovenija in DARS d.d.**

**Kratki naziv: RTV/DARS**

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 2/30

## Vsebina

1	Uvod v dokumentacijo .....	5
1.1	Informacije o projektu .....	5
1.2	Zgodovina sprememb .....	6
1.3	Potrjevanje dokumenta .....	7
1.4	Tehnični predpisi .....	8
1.5	Splošno .....	8
2	Zahteve.....	9
2.1	Splošne zahteve .....	9
2.2	Analiza stanja .....	9
2.3	Tehnične zahteve .....	10
2.3.1	DAB+ platforma .....	10
2.3.2	Ojačevalnik DAB+ .....	10
2.3.3	Optični prenosni sistem.....	10
2.3.4	Sklopniki .....	11
2.3.5	Kretnice .....	11
2.3.6	Koaksialni kabli .....	11
2.3.7	Antena .....	11
2.3.8	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	11
2.3.9	Integracija DAB+ platforme v NKS sistem .....	11
2.3.10	Seznam avdio vsebine, logotipov in teksta za nadomestno vsebino .....	14
2.4	Načrt izvajanja testiranj radijskega sistema .....	18
2.4.1	Električna poljska jakosti DAB+ signala .....	18
2.4.2	Kakovost DAB+ sprejema na donorski anteni .....	18
2.4.3	Kakovost DAB+ signala v predoru.....	18
2.4.4	Vklop različnih nadomestnih obvestil .....	18
2.4.5	Področje prehoda iz enega signala na drugega.....	18
2.4.6	Insertiranje nadomestne vsebine.....	19
2.4.7	Funkcionalni testi vseh storitev .....	19
2.4.8	Merilno poročilo .....	19
2.4.9	Načrt zapor .....	20
3	ACB Vransko.....	20
3.1	Obstoječe stanje .....	20
3.2	Sprejemni sistem ACB Vransko .....	20
3.2.1	Antenski sistem .....	20
3.2.2	Napajanje.....	20
3.2.3	DAB+ platforma .....	20
3.2.4	Integracija DAB+ platforme v NKS sistem .....	21

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 3/30

3.2.5	Optični oddajni sistem .....	21
4	Predor Ločica .....	21
4.1	Obstoječe stanje .....	21
4.2	Ojačevalna postaja PC Ločica vzhod .....	21
4.2.1	Napajanje .....	21
4.2.2	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	22
4.2.3	DAB+ ojačevalnik .....	22
4.2.4	Optični sprejemni sistem .....	23
4.2.5	Sklopnik (multicoupler) .....	23
5	Predor Jasovnik .....	23
5.1	Obstoječe stanje .....	23
5.2	Ojačevalna postaja Jasovnik vzhod .....	23
5.2.1	Napajanje .....	23
5.2.2	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	23
5.2.3	DAB+ ojačevalnik .....	24
5.2.4	Optični sprejemni sistem .....	24
5.2.5	Sklopnik (multicoupler) .....	24
5.3	Ojačevalna postaja Jasovnik zahod .....	24
5.3.1	Napajanje .....	24
5.3.2	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	25
5.3.3	DAB+ ojačevalnik .....	25
5.3.4	Optični sprejemni sistem .....	25
5.3.5	Sklopnik (multicoupler) .....	25
6	Predor Trojane .....	26
6.1	Obstoječe stanje .....	26
6.2	Ojačevalna postaja Trojane vzhod .....	26
6.2.1	Napajanje .....	26
6.2.2	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	26
6.2.3	DAB+ ojačevalnik .....	27
6.2.4	Optični sprejemni sistem .....	27
6.2.5	Sklopnik (multicoupler) .....	27
6.3	Ojačevalna postaja Trojane zahod .....	27
6.3.1	Napajanje .....	27
6.3.2	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	27
6.3.3	DAB+ ojačevalnik .....	28
6.3.4	Optični sprejemni sistem .....	28
6.3.5	Sklopnik (multicoupler) .....	28

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdela	Datum: 20/3/2023	Page: 4/30

7	Predor Podmilj .....	28
7.1	Obstoječe stanje .....	28
7.2	Ojačevalna postaja PC Podmilj zahod .....	29
7.2.1	Napajanje.....	29
7.2.2	Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika .....	29
7.2.3	DAB+ ojačevalnik .....	30
7.2.4	Optični sprejemni sistem.....	30
7.2.5	Sklopnik (multicoupler) .....	30
8	Priloge .....	30

## Kazalo slik

Slika 1: Diagram poteka proženja DAB+ sistema – insertiranje .....	13
Slika 2: Diagram alarmiranja v primeru napake na DAB+ platformi .....	13

## Kazalo tabel

Tabela 1: Kakovost DAB+ sprejema na donorski anteni .....	18
Tabela 2: Kakovosti DAB+ sprejema v predoru .....	18
Tabela 3: Delovanje insertiranja posamezne nadomestne vsebine.....	18
Tabela 4: Preklop v primeru retransmisije .....	19
Tabela 5: Preklop v primeru insertiranja nadomestne vsebine.....	19
Tabela 6: Delovanje nadomestne vsebine na vseh kanalih.....	19
Tabela 7: Merilno poročilo .....	19

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 5/30

# 1 Uvod v dokumentacijo

## 1.1 Informacije o projektu

Cilj	Izdelavo projektne dokumentacije PZI za implementacijo DAB+ sistema za AC predore Markovec, Dekani, Kastelec, Podnanos, Pokriti vkop Rebernice I, Pokriti vkop Rebernice II, Golovec, Podmilj, Trojane, Jasovnik, Ločica, Golo Rebro, Pletovarje in Cenkova		
Št. naročila	2022-9774, 19.08.22 (RTV SLOVENIJA)		
Prejemnik	Projektna skupina DARS d.d. in RTV Slovenija		
Investitor	DARS d.d.in RTV Slovenija		
Izvajalec			
Objekti			
	Nadzorni center	Predor	
	Vransko	Podmilj	
		Trojane	
		Jasovnik	
		Ločica	
Vrsta in status dokumenta	PZI v3.0		
Referenca dokumenta	PN 6.1.4/20-DV3-1, 10.05.2022		
Izdaja/verzija	3.0		
Datum	20/3/2023		

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 6/30

## 1.2 Zgodovina sprememb

Verzija	Datum izdaje	Razlogi za spremembe	Avtor sprememb
1.0	9/10/2022	Inicialna izdaja	
2.0	15/2/2023	Razdelitev na 7 PZI dokumentov	
3.0	20/3/2023	Zahtevek naročnika za korekcije	

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 7/30

### 1.3 Potrjevanje dokumenta

Organizacija funkcija	ali	Ime Priimek	Datum , podpis
Dars d.d.			
RTV slovenija			

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 8/30

## 1.4 Tehnični predpisi

Pri izdelavi projektne dokumentacije je bilo upoštevano:

- Gradbeni zakon UL. RS št. 61/17 in vsa kasnejše popravke dopolnitve,
- Uredba o tehničnih normativih in pogojih za projektirane cestnih predorov v Republiki Sloveniji, UI. RS št. 48/06 in vsa kasnejše popravke dopolnitve,
- Pravilnik za izvedbo investicijskih vzdrževalnih del in vzdrževalnih del v javno korist na javnih - cestah,
- Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov, UI. RS, št. 36/18 in vsa kasnejše popravke dopolnitve,
- DAB standard ETSI EN 300 401,
- Priporočila za radijske sisteme v predorih RVS 09.02.61 in RABT2015, Zakon o cestah (Ur.l. RS št. 109/2010, 48(2012, 36/14- odi. US, 46/15),
- Pravilnik o načinu označevanja in zavarovanja del na javnih cestah in ovir v cestnem prometu (Uradni list RS, št. 116/06, 88/08 in 109/10 - ZCes-1),
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih, Ur. l. RS, št. 34/2008,
- BU BPN 003: "Technical Bases for T-DAB services network planning and compatibility with existing Broadcasting Services",
- RVS standard in predpise,
- DARS smernice in usmeritve,
- vse druge tehnične predpise, ter standarde, ki se nanašajo na področje spremenljive prometno - informativne signalizacije, elektrotehnike, računalniške opreme, telekomunikacij in na druga področja v okviru delovanja sistema za nadzor in vodenje prometa na avtocestah.

## 1.5 Splošno

Tako kot večina evropskih držav, je tudi Slovenija pričela z oddajanjem radijskih programov v DAB+ ("Digital Audio Broadcasting") tehniki in z Digitalno Agendo 2020 definirala razvoj in potek distribucije radijskih programov v Republiki Sloveniji.

Skladno z EU smernicami decembru 2020 morajo vsa nova vozila biti opremljena z DAB+ radijskimi sprejemniki, kar bo povečalo potrebo po zagotavljanju DAB+ signala v predorih, čemur tudi sledi upravljavec avtocestnih predorov DARS.

Vsi predorski radijski sistemi v predorih že omogočajo insertiranje (prekrivanje) sporočil v FM radijske programe s ciljem obveščanja voznikov in drugih udeležencev v prometu o izrednih dogodkih in so del predorskih varnostnih sistemov za obveščanje.

Signal DAB+ se v predorih uporablja za obveščanje udeležencev v prometu o izrednih dogodkih znotraj predorov, na podoben način, kakor se uporabljajo FM radijski programi.

Z dogovorom med RTV Slovenija in DARS d.d. je definirano uvajanje DAB+ sistema tudi v predorske radijske sisteme v predore. S tem namenom je potrebno pripraviti dokumentacijo za izvedbo implementacije DAB+ sistema v AC predore, v katerih DAB+ sistema še ni.

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 9/30

## 2 Zahteve

### 2.1 Splošne zahteve

Sistem mora imeti možnost nadgradnje v visokofrekvenčnem delu - RF kakor tudi v programskem delu, zaradi kasnejšega večanja števila DAB+ kanalov in dodatnih opcij obveščanja, ki se lahko v bodočnosti pojavijo ali izkažejo za primernejša.

Združevanje DAB+ signalov z ostalimi signali radijskega sistema je potrebno opraviti na način, ki bo predstavljal zanemarljiv vpliv za obstoječe sisteme (URSZR, DARS, MNZ).

Ojačevalne pod postaje morajo biti dimenzionirane tako, da omogočajo visoke nivoje DAB+ signala na portalih predora in s tem zanesljivo obveščanje udeležencev v prometu. Nivo DAB+ signala predorskega radijskega sistema mora biti vsaj 15 dB višji od nivoja zunanjega DAB+ signala od minimalno 100 m v notranjosti predorske cevi. Električna poljska jakost DAB+ signala znotraj predora mora biti  $>45\text{dB}\mu\text{V/m}$ .

Aktivacija nadomeščanja sporočil/besedil/logotipov v DAB+ signal mora biti paralelna in istočasna s sporočanjem v FM radijske programe.

DAB+ platforma mora omogočati predvajanje vsaj 7 različnih predposnetih sporočil in predvajanje «v živo», vsako predposneto sporočilo mora imeti prikazano pripadajočo sliko in tekst. Predposneta sporočila zagotovi naročnik.

Rešitve morajo biti načrtovane v skladu z dobro prakso in za robustno izvedbo. Uporabljena mora biti industrijska oprema, primerna za atmosferska območja, v katerih bo oprema postavljena. V različnih predorih mora biti uporabljena enotna oprema z namenom optimizacije vzdrževanja in planiranja rezervnih delov. Življenjska doba predvidene opreme ne sme biti krajša od 10 let.

### 2.2 Analiza stanja

Pred posegom v predorski radijski sistem izvajalec za vsak objekt izvede predhodne meritve na frekvencah vzdrževalnih in intervencijskih služb (Policija, Zaščita in reševanje, DARS DMR) in o tem izdela poročilo, ki ga preda naročniku.

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 10/30

## 2.3 Tehnične zahteve

### 2.3.1 DAB+ platforma

- kompaktna izvedba z možnostjo montaže v 19" omaro,
- vključitev dveh DAB+ Multiplexov z nadomeščanjem vsebine na vseh programih, zamenjava besedila (dynamic label),
- zamenjava slik (dynamic slideshow),
- hranjenje datotek (audio, txt, slike): interno ali z zunanjo enoto,
- avdio vhod za predvajanje sporočil „v živo“: analog ali digital AES/EBU, SIP,
- SFN delovanje,
- delovanje brez GPS,
- minimalna raven vhodnega signala: -60dBm,
- preklop na nadomestno vsebino: interni programski,
- preklopni čas: < 1 sec,
- povezljivost s sistemom za aktivacijo/izbiro predposnetih sporočil: protokol SNMP,
- aktivacija preklopa: SNMP ali brezpotencialni kontakt,
- sporočanje statusa v NKS: SNMP,
- nastavitve in upravljanje: preko spletnega vmesnika,
- redundantna napajalnika 230 VAC v industrijski izvedbi,
- primer DAB+ platforme, ki zadosti pogojem: PrecisionWave DAB VBI

### 2.3.2 Ojačevalnik DAB+

- način montaže: 19",
- hlajenje: pasivno,
- industrijski napajalnik 230 VAC ali 24 VDC, vgrajen v ohišju ojačevalnika, redundančno napajanje
- nastavljivo ojačanje v skladu s PZI (30 - 60dB),
- P1dB za posamezni multipleks v skladu s PZI,
- izhodna moč za posamezni multipleks v skladu s PZI,
- ojačevalnik mora imeti nameščene potrebne filtre za zagotavljanje pravilnega delovanja ostalih sistemov, kot tudi DAB+ frekvenčnega pasu samega,
- pasovna selektivnost: 175-230MHz (DAB+ področje),
- zaščita pred neprilagoditvijo – izpadom bremena,
- neželene emisije (spurious) >80dBc,
- sporočanje statusa v NKS: SNMP,
- alarmiranje ob nepravilnem delovanju in okvari: izpad napajalnika, izpad bremena (VSWR>2), visoka temperatura, okvara RF stopnje,
- primer DAB+ ojačevalnika, ki zadosti tem pogojem: 900.049-DAB+ Ojačevalnik, S-TMM Sistemi.

### 2.3.3 Optični prenosni sistem

- način montaže: v obstoječo platformo ali kot samostojno ohišje 19", optični sprejemni modul lahko tudi v ohišju ojačevalnika,
- oddajnik: oddajna moč  $\geq 3\text{dBm}$  za Ločico,  $\geq 6\text{dBm}$  za Jasovnik in Podmilj,  $\geq 8\text{dBm}$  za Trojane,
- sprejemnik: sprejemna moč od -6dBm,
- sporočanje statusa v NKS: SNMP.

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 11/30

#### 2.3.4 Sklopniki

- način montaže: v obstoječe ohišje ali kot dodatno ohišje 19",
- dodatno dušenje ostalih frekvenc (FM/VHF/TETRA): < 1 dB.

#### 2.3.5 Kretnice

- max. vhodna moč: > 30W,
- prehodne izgube: ≤ 0.8dB,
- izolacija (low to high port): ≤ 40dB,
- VSWR: < 1.5:1,
- primer kretnic: PRO-DIPX 240/330, PRO-DIPX 174/200.

#### 2.3.6 Koaksialni kabli

Antenski kabel

- 50Ω koaksialni kabel,
- slabljenje <13dB/100m @300MHz,
- primer kabla RG214/U.

Povezovalni kabli

- 50Ω koaksialni kabel,
- slabljenje <0.30dB/m @300MHz,
- primer kabla Huber+Suhner Enviroflex\_400.

#### 2.3.7 Antena

- Frekvenčno območje 174 – 230 MHz,
- VSWR < 1.5,
- Gain ≥5 dBd,
- Impedanca 50 Ω,
- Hitrost vetra 120 km/h.

#### 2.3.8 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

$P_{izh}$  = izhodna moč iz naprave (DAB+ ojačevalnik) za posamezni multipleks

$ATT_{zdr}$  = izgube na združevanju v sklopniku (multicouplerju)

$ATT_{tra}$  = izgube po transportnih kablilih

$ATT_{sev}$  = izgube po sevalnih kablilih

$ATT_{del}$  = izgube na delilnikih/odvzemnikih na transportnih/sevalnih kablilih

$ATT_{raz}$  = izgube med sevalnim kablom in anteno sprejemnika

$E_{tun}$  = najnižja električna poljska jakost predorskega signala znotraj predora

$E_{tun} @100m$  = električna poljska jakost predorskega signala znotraj predora na razdalji 100m od vhodnega portala

$E_{zun} @100m$  = električna poljska jakost zunanjega signala znotraj predora na razdalji 100m od vhodnega portala

$$P_{izh} = (P + ATT_{zdr} + ATT_{tra} + ATT_{sev} + ATT_{del} + ATT_{razkl})$$

$$P [dBm] = E [dB\mu V/m] - 121$$

#### 2.3.9 Integracija DAB+ platforme v NKS sistem

Za optimalno delovanje sistema za insertiranje sporočil je potrebno povezati DAB+ sistem tako z obstoječim sistemom za insertiranje v FM, kot tudi z NKS sistemom. Pri tej integraciji mora vlogo centralnega upravljanja imeti en sistem, za kar je NKS najbolj optimalna in logična izbira, tako za

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 12/30

samo delovanje sistema kot tudi za upravljanje. NKS sistem omogoča tudi sprejem in prikaz povratne informacije o sprejetih ukazih na DAB+ platformi, poleg tega pa omogoča tudi avtomatizacijo proženja predposnetih sporočil ob določenih dogodkih v predoru.

DAB+ platforma se bo zato integrirala neposredno z NKS sistemom, NKS sistem pa z obstoječim sistemom za insertiranje v FM. Neposredna integracija med DAB+ platformo in obstoječim sistemom za insertiranje v FM bo tako potrebna le za insertiranje avdio sporočila »v živo«, kjer rabimo analogno avdio povezavo med obstoječim sistemom in DAB+ platformo.

Proženje insertiranja se bo izvajalo preko grafičnega vmesnika NKS sistema ali preko obstoječih konzol FM sistema. Ko bo nadzornik prometa sprožil insertiranje preko NKS sistema, bo NKS sistem poslal SNMP Set ukaz na DAB+ platformo za insertiranje določenega predposnetega sporočila, prav tako pa tudi ukaz na sistem za insertiranje na FM.

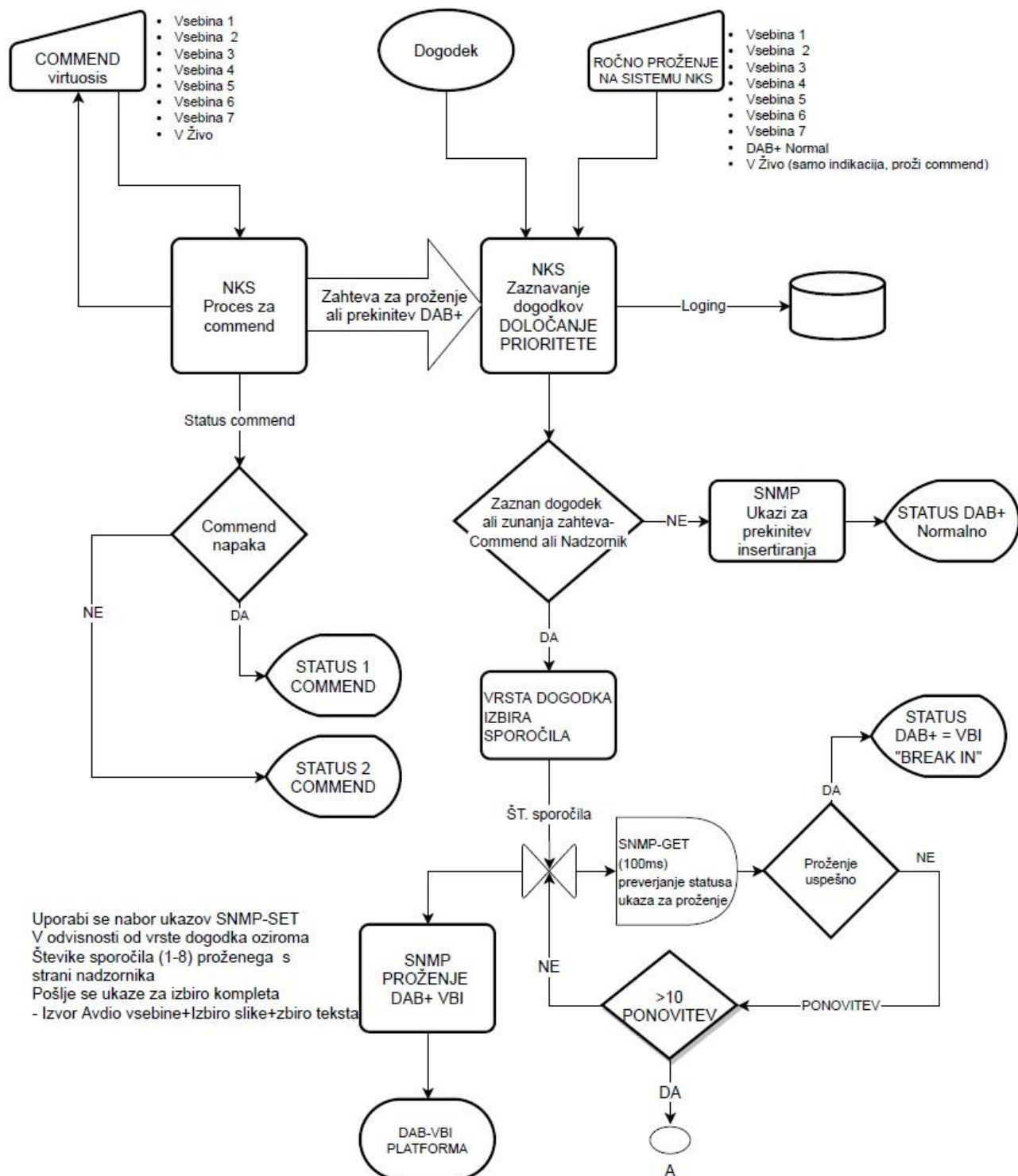
Ko bo vzdrževalec sprožil insertiranje na obstoječi konzoli, bo sistem poleg insertiranja v FM poslal indikator o sprožitvi tudi v NKS sistem, le-ta pa bo istočasno poslal SNMP Set ukaz za insertiranje tudi na DAB+ platformo.

DAB+ sistem omogoča tudi insertiranje logotipa in teksta, zato se poleg posameznega predposnetega sporočila ali sporočila »v živo«, insertira tudi pripadajoči logotip in tekst.

V NKS sistem je potrebno integrirati grafični vmesnik za potrebe insertiranja sporočil v DAB+ in FM sistem ter prikaz statusov DAB+ platforme in DAB+ ojačevalnikov. Primer grafičnega vmesnika je že delujoč sistem za DAB+ v predoru Šentvid.

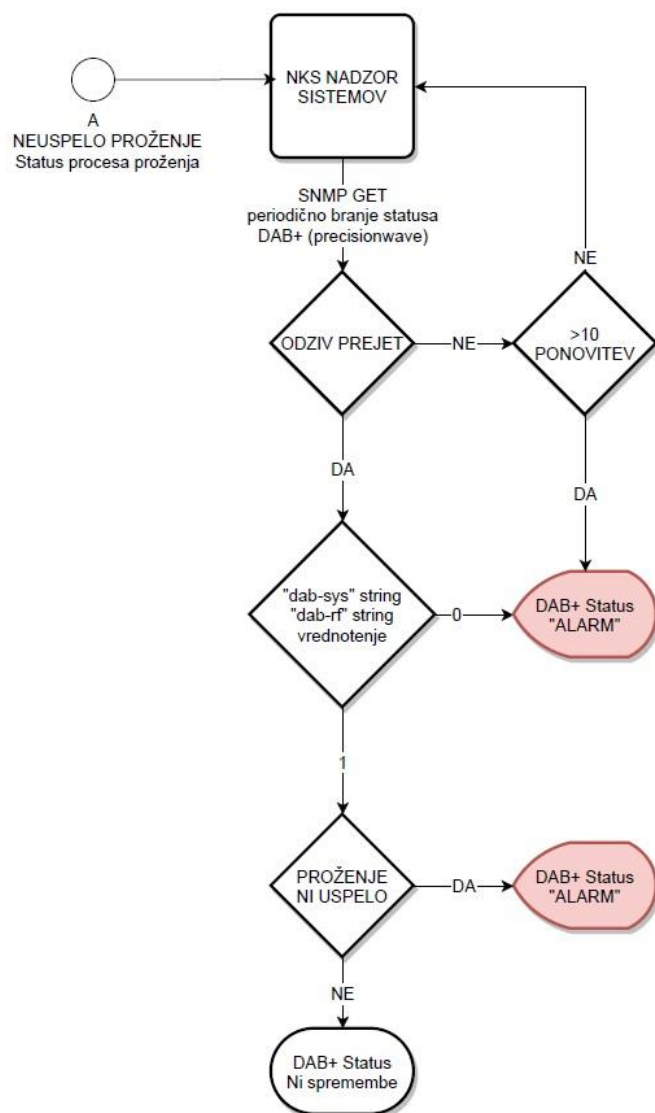
Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 13/30

**Slika 1: Diagram poteka proženja DAB+ sistema – insertiranje**



**Slika 2: Diagram alarmiranja v primeru napake na DAB+ platformi**

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdela	Datum: 20/3/2023	Page: 14/30



### 2.3.10 Seznam avdio vsebine, logotipov in teksta za nadomestno vsebino

V tehnični specifikaciji ETSI EN 301 234: "Digital Audio Broadcasting (DAB); Multimedia Object Transfer (MOT) protocol" so definirani parametri za logotipe:

- velikosti do 320x240 pixlov
- barvno/sivkasto globino 8 bitov/pixel,
- velikost do 50 kB (priporočljivo cca. do 20kB, saj se pri večjih velikostih logotip na sprejemnik nalaga zelo počasi),
- format JPG ali PNG

V tehnični specifikaciji ETSI EN 300 401 (V2.1.1): "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers« je določeno, da tekst lahko vsebuje do 128 znakov.

Obvestilo »v živo«

DAB+ tekst: Izredni dogodek. Prosimo upoštevajte navodila operaterja. *An extraordinary event.*  
Please follow operator's instructions. (120 znakov)

Logo:

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 15/30



#### Obvestilo 1

Avdio besedilo: Pomembno obvestilo. Promet v predoru je zaradi izrednega dogodka upočasnen oziroma občasno tudi ustavljen. Prosimo za strpnost, upoštevanje prometne signalizacije in varnostne razdalje. + v angleškem jeziku

DAB+ tekst: Promet v predoru je upočasnen oziroma občasno tudi ustavljen. Traffic in tunnel is slowed down or stopped occasionally. (120 znakov)

Logo:



#### Obvestilo 2

Avdio besedilo: Pomembno obvestilo. Umaknite vozilo v odstavno nišo ali ob skrajni desni rob vozišča, ugasnite motor, pustite ključe v vozilu in se umaknite na varno mesto. Poslali smo vam pomoč. + v angleškem jeziku

DAB+ tekst: Umaknite vozilo, ugasnite motor, umaknite se na varno mesto. Remove vehicle, switch off engine, retreat to a safe place. (120 znakov)

Logo:



#### Obvestilo 3

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 16/30

Avdio besedilo: Pomembno obvestilo. V predoru se je zgodila prometna nesreča zato je predor začasno zaprt. Prosimo ustavite vozilo ob desnem robu vozišča, ugasnite motor in počakajte nadaljnja navodila. Prosimo ostanite mirni. + v angleškem jeziku  
DAB+ tekst: Prometna nesreča. Ustavite vozilo, počakajte na navodila. Traffic accident. Stop your vehicle, wait for instructions. (117 znakov)

Logo:



#### Obvestilo 4

Avdio besedilo: Pomembno obvestilo. Če je možno, umaknite vozilo iz predora ali v odstavno nišo. V nasprotnem primeru umaknite vozilo ob skrajni desni rob vozišča, ugasnite motor in pustite ključ v vozilu. Varno zapustite vozilo in poskušajte pogasiti požar. Poslali smo vam pomoč. + v angleškem jeziku

DAB+ tekst: Umaknite vozilo, ugasnite motor, poskusite pogasiti požar. Remove vehicle, switch off engine, attempt to extinguish fire. (121 znakov)

Logo:



#### Obvestilo 5

Avdio besedilo: Pomembno obvestilo. Umaknite vozilo ob skrajni desni rob vozišča, ugasnite motor ter pustite ključ v vozilu. Zapustite vozilo in pomagajte ponesrečencem, nato se varno umaknite skozi najbližje označen izhod v sili. Poslali smo vam pomoč. + v angleškem jeziku

DAB+ tekst: Umaknite vozilo, zapustite vozilo, pomagajte ponesrečencem. Remove vehicle, exit vehicle, help any accident victims. (116 znakov)

Logo:

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 17/30



#### Obvestilo 6

Audio besedilo: Pomembno obvestilo. Umaknite vozilo v odstavno nišo ali ob skrajni desni rob vozišča, ugasnite motor, pustite ključe v vozilu, zapustite vozilo in se varno umaknite iz predora skozi najbližje označen izhod v sili. Poslali smo vam pomoč. + v angleškem jeziku

DAB+ tekst: Umaknite vozilo, ugasnite motor, umaknite se iz predora. Remove vehicle, switch off engine, retreat from tunnel. (112 znakov)

Logo:



#### Obvestilo 7

Audio besedilo: Pomembno obvestilo. Zaradi izmeničnega enosmernega prometa v predoru, je promet zaustavljen. Svoje vozilo zaustavite ob desnem robu vozišča, ugasnite motor in ostanite mirni. Hvala za razumevanje. + v angleškem jeziku

DAB+ tekst: Promet je zaustavljen, umaknite vozilo, ugasnite motor. Traffic has been stopped, remove vehicle, switch off engine. (116 znakov)

Logo:



Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 18/30

## 2.4 Načrt izvajanja testiranj radijskega sistema

### 2.4.1 Električna poljska jakosti DAB+ signala

Električna poljska jakost DAB+ signala znotraj predora mora biti  $>45\text{dB}\mu\text{V/m}$ , na razdalji 100m od vhoda v predor pa  $>15\text{dB}$  višja od zunanjega signala. Mobilne meritve električne poljske jakosti DAB+ signala v predoru bo opravil naročnik.

### 2.4.2 Kakovost DAB+ sprejema na donorski anteni

Potrebno je izvesti meritve sprejemnega signala R1 in R2 na postavljeni anteni. Meritev VSWR sprejemne antene v frekvenčne območju DAB+.

**Tabela 1: Kakovost DAB+ sprejema na donorski anteni**

Multipleks	Frekvenca [MHz]	RSSI (@Bw1,75MHz) [dBm]	Opombe
R1			Graf VSWR 190 - 230MHz
R2			Graf VSWR 190 - 230MHz

### 2.4.3 Kakovost DAB+ signala v predoru

Potrebno je preveriti kakovost sprejemanja DAB+ signala na vseh odsekih predora. Z vozilom z DAB+ sprejemnikom se je potrebno peljati skozi obe cevi predora in podati oceno delovanja za primer retransmisije.

**Tabela 2: Kakovosti DAB+ sprejema v predoru**

Področje	Delovanje	Opombe
Desna cev, 100m v predoru		
Desna cev, sredina predora		
Desna cev, 100m pred izhodom		
Leva cev, 100m v predoru		
Leva cev, sredina predora		
Leva cev, 100m pred izhodom		

### 2.4.4 Vklp različnih nadomestnih obvestil

Preveri se, če deluje vklop vseh predposnetih sporočil in vklop "v živo".

**Tabela 3: Delovanje insertiranja posamezne nadomestne vsebine**

Izredni dogodek	Avdio se predvaja [da/ne]	Prikazan celoten tekst [da/ne]	Prikazan logotip [da/ne]
Obvestilo »v živo«			
Obvestilo 1			
Obvestilo 2			
Obvestilo 3			
Obvestilo 4			
Obvestilo 5			
Obvestilo 6			
Obvestilo 7			

### 2.4.5 Področje prehoda iz enega signala na drugega

Preveriti je potrebno, kako se DAB+ sprejemnik v vozilu obnaša na področju prehoda iz zunanjega signala na predorski in obratno. Določiti je potrebno lokacijo, kjer pride do preklopa ter hitrost preklopa. Preveriti je potrebno način preklopa v primeru retransmisije in v primeru insertiranja

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 19/30

predposnetega sporočila (različna vsebina na isti frekvenci). Za namen testiranja se insertira testno predposneto sporočilo, tekst in logotip.

**Tabela 4: Preklop v primeru retransmisije**

Lokacija	Lokacija preklopa signala	Hitrost preklopa
Desna cev - vhod		
Desna cev - izhod		
Leva cev - vhod		
Leva cev - izhod		

**Tabela 5: Preklop v primeru insertiranja nadomestne vsebine**

Lokacija	Lokacija preklopa signala	Hitrost preklopa
Desna cev - vhod		
Desna cev - izhod		
Leva cev - vhod		
Leva cev - izhod		

#### 2.4.6 Insertiranje nadomestne vsebine

Preveriti je potrebno, če se predvaja vsa nadomestna vsebina na vseh programih. Za namen testiranja se insertira testno predposneto sporočilo, tekst in logotip.

**Tabela 6: Delovanje nadomestne vsebine na vseh kanalih**

Program (multipleks R1)	Nadomestni avdio [da/ne]	Nadomestni tekst [da/ne]	Nadomestni logotip [da/ne]
Program 1			
Program 2			
.			
.			
.			
Program (multipleks R2)	Nadomestni avdio [da/ne]	Nadomestni tekst [da/ne]	Nadomestni logotip [da/ne]
Program 1			
Program 2			
.			
.			
.			

#### 2.4.7 Funkcionalni testi vseh storitev

Po končani integraciji DAB+ sistema je potrebno opraviti funkcionalne teste vseh storitev (TETRA, ZARE VHF, DARS DMR, FM). Posamezna pristojna služba mora potrditi zapisnik o pravilnem delovanju storitve.

#### 2.4.8 Merilno poročilo

Po končnih nastavitvah ojačevalnih postaj, je potrebno opraviti meritve nivojev vseh storitev na vseh izhodih proti sevalnim kablom.

**Tabela 7: Merilno poročilo**

Ojačevalna postaja	Izhod 1	Izhod 2	Izhod x	
DAB+				

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 20/30

FM				
DARS DMR				
ZARE				
TETRA				

#### 2.4.9 Načrt zapor

Za potrebe izvedbe projekta, meritev ali testiranja niso predvidene zapore. Po potrebi lahko izvajalec poda investitorju svoje zahteve za izvedbo zapor.

### 3 ACB Vransko

Iz nadzornega centra Vransko se nadzira delovanje radijskih sistemov v predorih Podmilj, Trojane, Jasovnik in Ločica. DAB+ sistem za ta sklop predorov je zasnovan tako, da se bo na lokaciji ACB Vransko nahajal sprejemni antenski sistem, DAB+ platforma ter optični oddajni sistem, v vsaki pogonski centrali predorov pa optični sprejemnik in ojačevalnik.

#### 3.1 Obstoječe stanje

Oprema za radijski sistem je nameščena v omari RVN-NC4, ki se nahajata v TK prostoru. Omara je opremljena z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje. Nadzornik prometa lahko insertira sporočila v FM programe preko glavne namizne interkom postaje.

#### 3.2 Sprejemni sistem ACB Vransko

##### 3.2.1 Antenski sistem

Zaradi najbolj ugodnih sprejemnih pogojev, se bo sprejemni antenski sistem najahal na lokaciji ACB Vransko. V predore je potrebno retransmisirati DAB+ multipleksa R1 in R2 E. Sprejem za oba multipleksa je predviden iz oddajnika Boč. Naročnik je izvedel meritve poljske jakosti DAB+ multipleksov na lokaciji predvidenega antenskega sprejemanega sistema.

Rezultati meritev:

R1 (10D / 215.072 MHz); -53,2dBm, 087°, V polarizacija

R2 E (12B / 225.648 MHz); -54,2dBm, 087°, V polarizacija

Na vzhodni steni glavne stavbe ACB na višini 6-7m je potrebno namestiti antensko roko, na katero se namesti DAB+ anteno in zavrtati luknjo v steno, da se lahko s kablom dostopi v stavbo.

Antenski kabel se od antene napelje po cevi na podstrehi do vertikalnega kanala, ki vodi do pritličja, nato po kabelskih policah pod dvojnim podom do omare RVN-NC4, ki se nahaja v prostoru s telekomunikacijsko opremo. V omari se na kabel namestiti prenapetostno zaščito. Signal se pripelje na vhod DAB+ platforme.

##### 3.2.2 Napajanje

Na zadnji strani omare RVN-NC4 je potrebno vgraditi DIN letev s priključnimi sponkami in 6 vtičnic, 3 vtičnice morajo biti povezane na eno fazo, druge tri na drugo. Do vsakega trojčka vtičnic je potrebno napeljati kabel 3x2,5m<sup>2</sup> iz omare 2 RUPS, ki se nahaja v istem prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, na prosti C16A varovalki 22F1 (sponka 22, letev -X1) in 23F1 (sponka 23, letev -X1).

##### 3.2.3 DAB+ platforma

DAB+ platforma se vgradi v omaro RVN-NC4 na dnu, predvidena višina platforme je 4HU. Da se sprost mesto v omari za DAB+ platformo in optični oddajni sistem, je potrebno premestiti platforme

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 21/30

GE700, GE800 in S3 višje. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ platforme priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ platformo je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe upravljanja in nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklopi na modul 4, port 2, na stikalu Moxa EDS-828 MASTER, ki se nahaja v omari RVN-NC10. IP naslov določi integrator za NKS sistem. DAB+ platforma mora imeti 4 neodvisne izhode RF signala, da se lahko istočasno insertira različna nadomestna vsebina v vsakega od 4 predorov. Če ena DAB+ platforma ne omogoča 4 neodvisne RF izhode, se uporabi več enot/modulov/platform.

### 3.2.4 Integracija DAB+ platforme v NKS sistem

Vklop obveščanja preko radijskih programov mora biti omogočeno iz nadzornega centra Vransko ter iz pomožnih delovnih mest v pogonskih centralah, kjer je prisotna namizna konzola nove generacije. Za povezavo v omrežje NKS se omrežni kabel priklopi na modul 4, port 4, na stikalu Moxa EDS-828 MASTER, ki se nahaja v omari RVN-NC10. IP naslov določi integrator za NKS sistem. Za potrebe insertiranja obstil »v živo« je potrebno izvesti integracijo med obstoječo in novo opremo. Audio signal iz obstoječega sistema za insertiranje v FM je potrebno preko vmesnika povezati na DAB+ platformo.

### 3.2.5 Optični oddajni sistem

Optični oddajni sistem se namesti na dnu omare poleg DAB+ platforme. Uporabi se 4 optične oddajnike, za vsak predor po enega. Za predora Jasovnik in Trojane, katera imata po dve ojačevalni postaji, se na vzhodnih pogonskih centralah uporabi optični delilnik 1/2. Optične povezave med ACB Vransko in vsako pogonsko centralo, kjer se bodo nahajali ojačevalniki, bo pripravil naročnik. Izvajalec mora naročniku poslati seznam vseh potrebnih optičnih povezav in predlog časovnice za izvedbo teh povezav.

## 4 Predor Ločica

### 4.1 Obstoječe stanje

Predor Jasovnik je dvocevni predor, ko je opremljen s sevalnim antenskim sistemom. Tip kabla: transportni kabel Eupen 5128 1/2" HLFR, sevalni kabel Eupen LSC 3/4" HLFR. Radijski predorski sistem omogoča delovanje naslednjih služb v predoru:

- 5 FM radijskih programov 88-108MHz,
- 1 Analogne radijske VHF zveze,
- 1 Digitalne DMR VHF zveze,
- 2 kanala sistema TETRA 380-395MHz.

Orema za radijski sistem se nahaja v pogonski centrali PC Ločica, ki se nahaja pred vhodom v predorsko cev v smeri vožnje proti Ljubljani. Oprema za radijski sistem je nameščena v omarah RADIO in RVN-RADIO 2, ki sta opremljeni z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje. Lokalni antenski sistem se nahaja na antenskem stolpu nad vzhodnim portalom predora. Insertiranje sporočil v FM radijske programe se aktivira preko namiznih interkom postaj, glavna se nahaja v nadzornem centru Vransko, pomožna pa v pogonski Ločica.

### 4.2 Ojačevalna postaja PC Ločica vzhod

#### 4.2.1 Napajanje

V omari RVN-RADIO 2 je potrebno na obstoječo DIN letev namestiti priključne sponke in 2 vtičnici, vsaka vtičnica mora biti povezana na drugo varovalko. Do vsake vtičnice je potrebno napeljati kabel

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 22/30

3x2,5m<sup>2</sup> iz omare NNA, ki se nahaja v NN prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, na prosti C16A varovalki 30F13 (sponka 25, letev -2X1) in 30F14 (sponka 26, letev -2X1).

#### 4.2.2 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

ATT<sub>kab</sub> 1/2" transportni kabel = 3,11dB/100m @200MHz

ATT<sub>kab</sub> 3/4 sevalni kabel = 2,35dB/100m @200MHz

#### Vzhodni portal

R1

E<sub>zun</sub> @100m = 32,24dBμV/m

E<sub>tun</sub> @100m > 47,5dBμV/m => (-73,5dBm)

E<sub>tun</sub> > 45dBμV/m

P<sub>izh</sub> = -73,5dBm + 8dB + 5dB + 0dB + 0dB + 69dB

P<sub>izh</sub> > 8,5dBm

R2

E<sub>zun</sub> @100m = 31,48dBμV/m

E<sub>tun</sub> @100m > 46,5dBμV/m => (-74,5dBm)

E<sub>tun</sub> > 45dBμV/m

P<sub>izh</sub> = -74,5dBm + 8dB + 5dB + 0dB + 0dB + 69dB

P<sub>izh</sub> > 7,5dBm

#### Zahodni portal

R1

E<sub>zun</sub> @100m = 27,39dBμV/m

E<sub>tun</sub> @100m > 42,5dBμV/m

E<sub>tun</sub> > 45dBμV/m => (-76dBm)

P<sub>izh</sub> = -76dBm + 8dB + 18dB + 6dB + 3,5dB + 69dB

P<sub>izh</sub> > 28,5dBm

R2

E<sub>zun</sub> @100m = 29,03dBμV/m

E<sub>tun</sub> @100m > 44dBμV/m

E<sub>tun</sub> > 45dBμV/m => (-76dBm)

P<sub>izh</sub> = -76dBm + 8dB + 18dB + 6dB + 3,5dB + 69dB

P<sub>izh</sub> > 28,5dBm

**Potrebna izhodna moč ojačevalnika (+2dB rezerve): R1 > 31dBm, R2 > 31dBm.**

#### 4.2.3 DAB+ ojačevalnik

DAB+ ojačevalnik se vgradi v omaro RVN-RADIO 2 pod obstoječo opremo, predvidena višina ojačevalnika je do 4HU. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ ojačevalnika priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ ojačevalnik je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklopi na modul 4, port 1, na stikalu Moxa EDS-828 LOCICA, ki se nahaja v omari Razdelilec RVN 7. IP naslov določi integrator za NKS sistem. Ob zagonu se izvede korekcija izhodne moči, da jakosti električne poljske jakosti v predoru ustreza zahtevam.

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 23/30

#### 4.2.4 Optični sprejemni sistem

V primeru, da se optični modul ne nahaja v sklopu ojačevalnega sestava, je potrebno namestiti samostojni optični sprejemnik ali vstaviti optični sprejemni modul v obstoječo optično platformo. Optični priključni kabel se priključi v optični delilnik, ki ga bo določil naročnik. Ocenjeno slabljenje trase ACB Vransko – PC Ločica; 2,4dB.

#### 4.2.5 Sklopnik (multicoupler)

Elemente za združevanje se vgradi v ohišje obstoječega sklopnika 3T1, na zadnjo stran ohišja se vgradi panelni koaksialni prehod za povezavo iz DAB+ ojačevalnika.

## 5 Predor Jasovnik

### 5.1 Obstoječe stanje

Predor Jasovnik je dvocevni predor, ko je opremljen s sevalnim antenskim sistemom.

Tip kabla: transportni kabel Eupen 5128 1/2" HLFR, sevalni kabel Eupen LSC 3/4" HLFR.

Radijski predorski sistem omogoča delovanje naslednjih služb v predoru:

- 5 FM radijskih programov 88-108MHz,
- 1 Analogne radijske VHF zveze,
- 1 Digitalne DMR VHF zveze,
- 2 kanala sistema TETRA 380-395MHz.

Radijski predorski sistem vsebuje dve ojačevalni postaji, ki se nahajata v pogonskih centralah PC Jasovnik zahod in PC Jasovnik vzhod.

Insertiranje sporočil v FM radijske programe se aktivira preko namiznih interkom postaj, glavna se nahaja v nadzornem centru Vransko.

### 5.2 Ojačevalna postaja Jasovnik vzhod

Ojačevalna postaja se nahaja v pogonski centrali PC Jasovnik vzhod, ki se nahaja pred vhodom v predorsko cev v smeri vožnje proti Ljubljani. Oprema za radijski sistem se nahaja v omarah RVN-PCV RADIO-1 in RVN-PCV RADIO-2, ki sta opremljeni z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje.

#### 5.2.1 Napajanje

Na na obstoječo DIN letev v omari RVN-PCV RADIO-2 je potrebno namestiti priključne sponke in 2 vtičnici, vsaka vtičnica mora biti povezana na drugo varovalko. Do vsake vtičnice je potrebno napeljati kabel  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  iz omare NNA1, ki se nahaja v NN prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, na prosti C16A varovalki 30F13 (sponka 25, letev -2X1) in 30F14 (sponka 26, letev -2X1).

#### 5.2.2 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

$ATT_{kab} \text{ 1/2" transportni kabel} = 3,11 \text{ dB/100m @200MHz}$

$ATT_{kab} \text{ 3/4 sevalni kabel} = 2,35 \text{ dB/100m @200MHz}$

### Vzhodni portal

R1

$E_{zun} @100\text{m} = 28,64 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 44 \text{ dB}\mu\text{V/m}$

$E_{tun} > 45 \text{ dB}\mu\text{V/m} \Rightarrow (-76 \text{ dBm})$

$P_{izh} = -76 \text{ dBm} + 10 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 3,5 \text{ dB} + 69 \text{ dB}$

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 24/30

$$P_{izh} > 16,5\text{dBm}$$

R2

$$E_{zun} @100\text{m} = 27,53\text{dB}\mu\text{V/m}$$

$$E_{tun} @100\text{m} > 42,5\text{dB}\mu\text{V/m}$$

$$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V/m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$$

$$P_{izh} = -76\text{dBm} + 10\text{dB} + 4\text{dB} + 6\text{dB} + 3,5\text{dB} + 69\text{dB}$$

$$P_{izh} > 16,5\text{dBm}$$

### **Najbolj oddaljen odsek sevalnega kabla od ojačevalnika**

$$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V/m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$$

$$P_{izh} = -76\text{dBm} + 10\text{dB} + 18\text{dB} + 6,5\text{dB} + 3,5\text{dB} + 69\text{dB}$$

$$P_{izh} > 31\text{dBm}$$

**Potrebna izhodna moč ojačevalnika (+2dB rezerve): R1 > 33dBm, R2 > 33dBm.**

### **5.2.3 DAB+ ojačevalnik**

DAB+ ojačevalnik se vgradi v omaro RVN-PCV RADIO-1 nad FM ojačevalnik 1, predvidena višina ojačevalnika je do 4HU. Da se sprost 4HU v omari za DAB+ ojačevalnik, je potrebno premestiti optično platformo nižje. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ ojačevalnika priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ ojačevalnik je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklopi na modul 5, port 2, na stikalu Moxa EDS-828 JASOVNIK, ki se nahaja v omari Razdelilec RVN 1A. IP naslov določi integrator za NKS sistem. Ob zagonu se izvede korekcija izhodne moči, da jakosti električne poljske jakosti v predoru ustreza zahtevam.

### **5.2.4 Optični sprejemni sistem**

V primeru, da se optični modul ne nahaja v sklopu ojačevalnega sestava, je potrebno namestiti samostojni optični sprejemnik ali vstaviti optični sprejemni modul v obstoječo optično platformo. Optični priključni kabel se priključi v optični delilnik, ki ga bo določil naročnik. Ocenjeno slabljenje trase ACB Vransko – PC Jasovnik vzhod; 7,2dB.

### **5.2.5 Sklopnik (multicoupler)**

Elemente za združevanje se vgradi v ohišje obstoječega sklopnika 7T1, na zadnjo stran ohišja se vgradi panelni koaksialni prehod za povezavo iz DAB+ ojačevalnika.

## **5.3 Ojačevalna postaja Jasovnik zahod**

Ojačevalna postaja se nahaja v pogonski centrali PC Jasovnik zahod, ki se nahaja pred vhodom v predorsko cev v smeri vožnje proti Mariboru. Oprema za radijski sistem se nahaja v omarah RVN-PCZ RADIO-1 in RVN-PCZ RADIO-2, ki sta opremljeni z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje.

### **5.3.1 Napajanje**

Na na obstoječo DIN letev v omari RVN-PCZ RADIO-2 letev je potrebno namestiti priključne sponke in 2 vtičnici, vsaka vtičnica mora biti povezana na drugo varovalko. Do vsake vtičnice je potrebno napeljati kabel 3x2,5m<sup>2</sup> iz omare NNA2, ki se nahaja v NN prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, na prosti C16A varovalki 30F1 (sponka 13, letev -2X1) in 30F2 (sponka 14, letev -2X1).

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 25/30

### 5.3.2 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

$ATT_{kab}$  1/2" transportni kabel = 3,11dB/100m @200MHz

$ATT_{kab}$  3/4 sevalni kabel = 2,35dB/100m @200MHz

#### Zahodni portal

R1

$E_{zun}$  @100m = 28,04dBμV/m

$E_{tun}$  @100m > 43dBμV/m

$E_{tun}$  > 45dBμV/m => (-76dBm)

$P_{izh}$  = -76dBm + 10dB + 4dB + 6dB + 3,5dB + 69dB

$P_{izh}$  > 16,5dBm

R2

$E_{zun}$  @100m = 29,63dBμV/m

$E_{tun}$  @100m > 45dBμV/m

$E_{tun}$  > 45dBμV/m => (-76dBm)

$P_{izh}$  = -76dBm + 10dB + 4dB + 6dB + 3,5dB + 69dB

$P_{izh}$  > 16,5dBm

#### Najbolj oddaljen odsek sevalnega kabla od ojačevalnika

$E_{tun}$  > 45dBμV/m => (-76dBm)

$P_{izh}$  = -76dBm + 10dB + 18dB + 6,5dB + 3,5dB + 69dB

$P_{izh}$  > 31dBm

**Potrebna izhodna moč ojačevalnika (+2dB rezerve): R1 > 33dBm, R2 > 33dBm.**

### 5.3.3 DAB+ ojačevalnik

DAB+ ojačevalnik se vgradi v omaro RVN-PCZ RADIO-1 nad optično platformo, predvidena višina ojačevalnika je do 4HU. Da se sprostijo 4HU v omari za DAB+ ojačevalnik, je potrebno premestiti optično platformo nižje. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ ojačevalnika priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ ojačevalnik je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklopi na modul 5, port 4, na stikalu Moxa EDS-828 JASOVNIK-PCZ, ki se nahaja v omari z mrežno opremo in optičnimi delilniki. IP naslov določi integrator za NKS sistem. Ob zagonu se izvede korekcija izhodne moči, da jakosti električne poljske jakosti v predoru ustreza zahtevam.

### 5.3.4 Optični sprejemni sistem

V primeru, da se optični modul ne nahaja v sklopu ojačevalnega sestava, je potrebno namestiti samostojni optični sprejemnik ali vstaviti optični sprejemni modul v obstoječo optično platformo. Optični priključni kabel se priključi v optični delilnik, ki ga bo določil naročnik. Ocenjeno slabljenje trase ACB Vransko – PC Jasovnik zahod; 8,4dB.

### 5.3.5 Sklopnik (multicoupler)

Elemente za združevanje se vgradi v ohišje obstoječega sklopnika 7T1, na zadnjo stran ohišja se vgradi panelni koaksialni prehod za povezavo iz DAB+ ojačevalnika.

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 26/30

## 6 Predor Trojane

### 6.1 Obstoječe stanje

Predor Trojane je dvocevni predor, ko je opremljen s sevalnim antenskim sistemom.

Tip kabla: transportni kabel Eupen 5128 1/2" HLFR in 5228 7/8" HLFR, sevalni kabel Eupen LSC 7/8" HLFR.

Radijski predorski sistem omogoča delovanje naslednjih služb v predoru:

- 5 FM radijskih programov 88-108MHz,
- 1 Analogne radijske VHF zveze,
- 1 Digitalne DMR VHF zveze,
- 2 kanala sistema TETRA 380-395MHz.

Radijski predorski sistem vsebuje dve ojačevalni postaji, ki se nahajata v pogonskih centralah PC Trojane zahod in PC Trojane vzhod.

Insertiranje sporočil v FM radijske programe se aktivira preko namiznih interkom postaj, glavna se nahaja v nadzornem centru Vransko, pomožna pa v pogonski centrali PC Trojane vzhod.

### 6.2 Ojačevalna postaja Trojane vzhod

Ojačevalna postaja se nahaja v pogonski centrali PC Trojane vzhod, ki se nahaja pred vhodom v predorsko cev v smeri vožnje proti Ljubljani. Oprema za radijski sistem se nahaja v omari RVN-TV5, ki je opremljena z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje.

#### 6.2.1 Napajanje

Na zadnji strani omare RVN-TV5 je potrebno na obstoječo DIN letev namestiti priključne sponke in 2 vtičnici, vsaka vtičnica mora biti povezana na drugo varovalko. Do vsake vtičnice je potrebno napeljati kabel 3x2,5m<sup>2</sup> iz omare NNA2N\_1, ki se nahaja v NN prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, na prosti C16A varovalki 6F3 (sponka 22, letev -X0) in 6F4 (sponka 23, letev -X0).

#### 6.2.2 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

$ATT_{kab} \text{ 1/2" transportni kabel} = 3,11\text{dB}/100\text{m @200MHz}$

$ATT_{kab} \text{ 7/8" transportni kabel} = 1,66\text{dB}/100\text{m @200MHz}$

$ATT_{kab} \text{ 7/8" sevalni kabel} = 2,01\text{dB}/100\text{m @225MHz}$

#### Vzhodni portal

R1

$E_{zun} @100\text{m} = 27,84\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 43\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{izh} = -76\text{dBm} + 16\text{dB} + 6\text{dB} + 1\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{izh} > 16\text{dBm}$

R2

$E_{zun} @100\text{m} = 27,88\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 43\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{izh} = -76\text{dBm} + 16\text{dB} + 6\text{dB} + 1\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{izh} > 16\text{dBm}$

#### Najbolj oddaljen odsek sevalnega kabla od ojačevalnika

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 27/30

$$P_{izh} = -76\text{dBm} + 3,5\text{dB} + 9\text{dB} + 20\text{dB} + 3,5\text{dB} + 69\text{dB}$$

$$P_{izh} > 29\text{dBm}$$

**Potrebna izhodna moč ojačevalnika (+2dB rezerve): R1 > 31dBm, R2 > 31dBm.**

### 6.2.3 DAB+ ojačevalnik

DAB+ ojačevalnik se vgradi v omaro RVN-TV5 pod FM ojačevalnik, predvidena višina ojačevalnika je do 4HU. Da se sprost mesto v omari za DAB+ ojačevalnik, je potrebno FM ojačevalnik in optično platformo prestaviti višje. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ ojačevalnika priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ ojačevalnik je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklupi na modul 4, port 2, na stikalu Moxa EDS-828 TROJANE PVZ-H, ki se nahaja v omari RVN-TV10. IP naslov določi integrator za NKS sistem.

Ob zagonu se izvede korekcija izhodne moči, da jakosti električne poljske jakosti v predoru ustreza zahtevam.

### 6.2.4 Optični sprejemni sistem

V primeru, da se optični modul ne nahaja v sklopu ojačevalnega sestava, je potrebno namestiti samostojni optični sprejemnik ali vstaviti optični sprejemni modul v obstoječo optično platformo. Optični priključni kabel se priključi v optični delilnik, ki ga bo določil naročnik. Ocenjeno slabljenje trase ACB Vransko – PC Trojane vzhod; 9,8dB.

### 6.2.5 Sklopnik (multicoupler)

Elemente za združevanje se vgradi v ohišje obstoječega sklopnika 6T2, na zadnjo stran ohišja se vgradi panelni koaksialni prehod za povezavo iz DAB+ ojačevalnika.

## 6.3 Ojačevalna postaja Trojane zahod

Ojačevalna postaja se nahaja v pogonski centrali PC Trojane zahod, ki se nahaja ob izhodu iz predorske cevi v smeri vožnje proti Ljubljani. Oprema za radijski sistem se nahaja v omari RVN-TZ5, ki je opremljena z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje.

### 6.3.1 Napajanje

Na zadnji strani omare RVN-TZ5 je potrebno na obstoječo DIN letev namestiti priključne sponke in 2 vtičnici, vsaka vtičnica mora biti povezana na drugo varovalko. Do vsake vtičnice je potrebno napeljati kabel 3x2,5m<sup>2</sup> iz omare NNA2N\_1, ki se nahaja v NN prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, na prosti C16A varovalki 4F4 (sponka 11, letev -X0) in 4F5 (sponka 12, letev -X0).

### 6.3.2 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

$$ATT_{kab} \text{ 1/2" transportni kabel} = 3,11\text{dB}/100\text{m} @200\text{MHz}$$

$$ATT_{kab} \text{ 7/8" transportni kabel} = 1,66\text{dB}/100\text{m} @200\text{MHz}$$

$$ATT_{kab} \text{ 7/8" sevalni kabel} = 2,01\text{dB}/100\text{m} @225\text{MHz}$$

### Zahodni portal

$$R1$$

$$E_{zun} @100\text{m} = 31,74\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$$

$$E_{tun} @100\text{m} > 47\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-74\text{dBm})$$

$$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$$

$$P_{izh} = -74\text{dBm} + 16\text{dB} + 6\text{dB} + 1\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$$

$$P_{izh} > 18\text{dBm}$$

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 28/30

R2

$E_{\text{zun}} @100\text{m} = 28,48\text{dB}\mu\text{V/m}$

$E_{\text{tun}} @100\text{m} > 43,5\text{dB}\mu\text{V/m}$

$E_{\text{tun}} > 45\text{dB}\mu\text{V/m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{\text{izh}} = -76\text{dBm} + 16\text{dB} + 6\text{dB} + 1\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{\text{izh}} > 16\text{dBm}$

### **Najbolj oddaljen odsek sevalnega kabla od ojačevalnika**

$E_{\text{tun}} > 45\text{dB}\mu\text{V/m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{\text{izh}} = -76\text{dBm} + 3,5\text{dB} + 9\text{dB} + 20\text{dB} + 3,5\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{\text{izh}} > 29\text{dBm}$

**Potrebna izhodna moč ojačevalnika (+2dB rezerve): R1 > 31dBm, R2 > 31dBm.**

### **6.3.3 DAB+ ojačevalnik**

DAB+ ojačevalnik se vgradi v omaro RVN-TZ5 pod FM ojačevalnik, predvidena višina ojačevalnika je do 4HU. Da se sprostijo mesta v omari za DAB+ ojačevalnik, je potrebno avdio ojačevalnika in ADF4 prenosni sistem prestaviti nižje. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ ojačevalnika priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ ojačevalnik je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklopi na modul 4, port 2, na stikalu Moxa EDS-828 TROJANE-PCZ, ki se nahaja v omari RVN-TZ4. IP naslov določi integrator za NKS sistem.

Ob zagonu se izvede korekcija izhodne moči, da jakosti električne poljske jakosti v predoru ustreza zahtevam.

### **6.3.4 Optični sprejemni sistem**

V primeru, da se optični modul ne nahaja v sklopu ojačevalnega sestava, je potrebno namestiti samostojni optični sprejemnik ali vstaviti optični sprejemni modul v obstoječo optično platformo. Optični priključni kabel se priključi v optični delilnik, ki ga bo določil naročnik. Ocenjeno slabljenje trase ACB Vransko – PC Trojane zahod; 11,6dB.

### **6.3.5 Sklopnik (multicoupler)**

Elemente za združevanje se vgradi v ohišje obstoječega sklopnika 6T2, na zadnjo stran ohišja se vgradi panelni koaksialni prehod za povezavo iz DAB+ ojačevalnika.

## **7 Predor Podmilj**

### **7.1 Obstoječe stanje**

Pedor Podmilj je dvocevni predor, ko je opremljen s sevalnim antenskim sistemom.

Tip kabla: transportni kabel Eupen 5128 1/2" HLFR, sevalni kabel Eupen LSC 3/4" HLFR.

Radijski predorski sistem omogoča delovanje naslednjih služb v predoru:

- 5 FM radijskih programov 88-108MHz,
- 1 Analogne radijske VHF zveze,
- 1 Digitalne DMR VHF zveze,
- 2 kanala sistema TETRA 380-395MHz.

Orema za radijski sistem se nahaja v pogonski centrali PC Podmilj, ki se nahaja pred vhodom v predorsko cev v smeri vožnje proti Mariboru. Oprema za radijski sistem je nameščena v omarah RVN-P4 in RVN-P7, ki sta opremljeni z napajanjem preko sistema za brezprekinitveno napajanje.

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 29/30

Antenski sistem se nahaja na antenskem stolpu 900m od pogonske centrale, kjer je tudi omara z sprejemno radijsko opremo. Za potrebe DAB+ sistema bo sprejemni del na ACB Vransko. Insertiranje sporočil v FM radijske programe se aktivira preko namiznih interkom postaj, glavna se nahaja v nadzornem centru Vransko, pomožna pa v pogonski centrali Podmilj. Vzpostavljen je optični transportni sistem med lokacijami PC Podmilj, PC Trojane Z, PC Trojane V, PC Jasovnik Z, PC Jasovnik V, PC Ločica. Za potrebe DAB+ sistema se bo vzpostavila nova optična prenosna pot.

## 7.2 Ojačevalna postaja PC Podmilj zahod

### 7.2.1 Napajanje

Na vrhu RVN-P4 je potrebno na obstoječo DIN letev namestiti priključne sponke in 2 vtičnici, vsaka vtičnica mora biti povezana na drugo varovalko. Do vsake vtičnice je potrebno napeljati kabel 3x2,5m<sup>2</sup> iz omare NNAN\_1, ki se nahaja v NN prostoru. Priklop se izvede na dve ločeni varovalki, za ta namen je potrebno v omari NNAN\_1 dodati dve novi C16A varovalki in priključni sponki (letev - X01).

### 7.2.2 Izračun izhodne moči DAB+ ojačevalnika

$ATT_{kab} \text{ 1/2" transportni kabel} = 3,11\text{dB}/100\text{m @200MHz}$

$ATT_{kab} \text{ 3/4 sevalni kabel} = 2,35\text{dB}/100\text{m @200MHz}$

#### Zahodni portal

R1

$E_{zun} @100\text{m} = 28,14\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 43,5\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{izh} = -76\text{dBm} + 5\text{dB} + 7\text{dB} + 0\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{izh} > 5\text{dBm}$

R2

$E_{zun} @100\text{m} = 28,13\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 43,5\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{izh} = -76\text{dBm} + 5\text{dB} + 7\text{dB} + 0\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{izh} > 5\text{dBm}$

#### Vzhodni portal

R1

$E_{zun} @100\text{m} = 29,14\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 44,5\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{izh} = -76\text{dBm} + 5\text{dB} + 7\text{dB} + 13,5\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{izh} > 18,5\text{dBm}$

R2

$E_{zun} @100\text{m} = 29,13\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} @100\text{m} > 44,5\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

$E_{tun} > 45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \Rightarrow (-76\text{dBm})$

$P_{izh} = -76\text{dBm} + 5\text{dB} + 7\text{dB} + 13,5\text{dB} + 0\text{dB} + 69\text{dB}$

$P_{izh} > 18,5\text{dBm}$

Verzija dokumenta: PZI v3.0	<b>PZI</b>	
<b>Projekt: 900.061 PZI DAB+ v AC Predorih</b>		
Izdelal	Datum: 20/3/2023	Page: 30/30

**Potrebna izhodna moč ojačevalnika (+2dB rezerve):  $R1 > 21\text{dBm}$ ,  $R1 > 21\text{dBm}$ .**

### 7.2.3 DAB+ ojačevalnik

DAB+ ojačevalnik se vgradi v omaro RVN-P7 nad FM ojačevalnik, predvidena višina ojačevalnika je do 4HU. Pri priklopu napajanja je potrebno poskrbeti, da bosta primarni in redundnatni napajalnik DAB+ ojačevalnika priklopljena na ločeni vtičnici in različni varovalki. DAB+ ojačevalnik je potrebno vključiti v omrežje NKS za potrebe nadzora opreme, zato se omrežni kabel priklopi na modul 4, port 2, na stikalu Moxa EDS-828 PODMILJ-L, ki se nahaja v omari RVN-P2. IP naslov določi integrator za NKS sistem. Ob zagonu se izvede korekcija izhodne moči, da jakosti električne poljske jakosti v predoru ustreza zahtevam.

### 7.2.4 Optični sprejemni sistem

V primeru, da se optični modul ne nahaja v sklopu ojačevalnega sestava, je potrebno namestiti samostojni optični sprejemnik ali vstaviti optični sprejemni modul v obstoječo optično platformo. Optični priključni kabel se priključi v optični delilnik, ki ga bo določil naročnik. Ocenjeno slabljenje trase ACB Vransko – PC Podmilj; 9,8dB.

### 7.2.5 Sklopnik (multicoupler)

Elemente za združevanje se vgradi v ohišje obstoječega sklopnika MCP2, na zadnjo stran ohišja se vgradi panelni koaksialni prehod za povezavo iz DAB+ ojačevalnika.

## 8 Priloge

- Sheme sistema in predelave
- Projektantski popis materiala in del