

PN

Izvedba podatkovnega omrežja MPLS

september 2020

KAZALO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Tehnične zahteve in pogoji | 4 |
| 1.1 | Izgradnja komunikacijskega omrežja | 4 |
| 1.2 | Topologija komunikacijskega omrežja | 5 |
| 1.2.1 | Razdalje med vozlišči | 5 |
| 1.2.2 | Topologija povezav | 6 |
| 1.2.3 | Slabljenje optičnih povezav..... | 7 |
| 1.2.4 | Kromatska disperzija optičnega signala | 8 |
| 1.2.5 | Podatki meritve slabljenja in disperzije | 9 |
| 1.3 | Prometna matrika | 9 |
| 1.4 | Posebne tehnične zahteve za elektronsko komunikacijsko omrežno opremo..... | 10 |
| 1.4.1 | Jedro vozlišče | 12 |
| 1.4.2 | Komunikacijsko vozlišče | 12 |
| 1.4.3 | Standardi | 12 |
| 1.4.4 | Vmesniki..... | 13 |
| 1.4.5 | Zmožljivosti | 13 |
| 1.4.6 | Tabela ustreznosti | 16 |
| 1.5 | Kibernetska varnost | 17 |
| 1.5.1 | Kibernetska zaščita procesnih sistemov kritične infrastrukture | 17 |
| 1.5.2 | Šifriranje | 17 |
| 1.6 | Nadzor in upravljanje komunikacijskega omrežja | 17 |
| 1.6.1 | Upravljanje z omrežnimi elementi | 18 |
| 1.6.2 | Upravljanje z omrežjem | 18 |
| 1.6.3 | Upravljanje s storitvami | 18 |
| 1.6.4 | Sistem nadzora in upravljanja na lastnem sistemskem nivoju | 18 |
| 1.6.5 | Upravljanje z inventarjem mora omogočati | 19 |
| 1.6.6 | Grafični vmesnik mora zagotavljati..... | 19 |
| 1.6.7 | Upravljanje s storitvami mora omogočati..... | 19 |
| 1.6.8 | Monitoring omrežja mora omogočati..... | 19 |
| 1.6.9 | Spremljanje alarmov mora omogočati: | 20 |
| 2 | Namestitev opreme po lokacijah | 21 |
| 2.1 | Pregled posebnosti po lokacijah | 21 |
| 3 | Storitve..... | 24 |
| 3.1 | Obseg del izvedbe | 24 |
| 3.2 | Migracija storitev | 24 |
| 3.2.1 | Popis obstoječe opreme | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | Prevzemni preizkusi | 29 |
| 3.4 | Izdelava dokumentacije | 29 |
| 3.5 | Vzdrževanje | 30 |
| 3.5.1 | Odzivni časi..... | 30 |
| 3.5.2 | Tehnična podpora proizvajalca | 31 |
| 3.5.3 | Osnovno usposabljanje naročnikovega osebja | 31 |
| 3.5.4 | Mesečna pripravljenost in odzivnost | 31 |
| 3.6 | Nadgradnje..... | 32 |
| 3.7 | Roki izvedbe | 33 |
| 4 | Obvezne priloge | 33 |

1 Tehnične zahteve in pogoji

Ponudnik ponujene omrežne opreme mora upoštevati slovenske pomožne akte, ki temeljijo na slovenskih standardih SIST, evropskih standardih EN, mednarodnih standardih IEC, priporočilih ITU-T ter ETSI standardih. Poleg tega mora ponudnik ponujene omrežne opreme izpolnjevati zahtevane smernice o elektromagnetni kompatibilnosti (EMC) za elektronske naprave. Za vso ponujeno omrežno opremo mora ponudnik navesti priporočila, predpise in standarde po katerih je oprema izdelana in preizkušena.

Za elektronsko komunikacijsko opremo so splošno zahtevani veljavni standardi SIST, ISO in IEC. Če v določenih primerih IEC ali ISO standard ne obstaja, je potrebno družbi naročniku predložiti ustrezen nacionalni standard.

Kot potrjeni standardi za dobavo omrežne opreme in storitev veljajo sprejeti standardi naslednjih organizacij:

- SIST - Industrijski standardi veljavni v Republiki Sloveniji;
- EN, CEN, CENELEC - Evropski standardi;
- ISO – International Standardization Organization;
- IEC – Mednarodna elektrotehniška komisija;
- DIN – Nemške industrijske norme;
- IEEE – The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.;
- ITU-T – Telecommunication Standardization Sector – Telecommunications;
- ETSI – European Telecommunications Standards Institute;
- IETF – Internet Engineering Task Force.

1.1 Izgradnja komunikacijskega omrežja

Komunikacijsko omrežje mora zagotavljati varno in zanesljivo komunikacijo vseh storitev, ki jih uporablja naročnik in njegove potrebe po poveztljivosti proti zunanjim sistemom.

2.1.1 Paketne povezave

Vpeljava paketnega omrežja MPLS, ki deluje med podatkovnim in omrežnim nivojem OSI referenčnega modela (nivo 2,5) mora zagotoviti kakovostne komunikacijske storitve.

Glede na tip storitev, ki se prenašajo po omrežju so storitve za potrebe poslovnih storitev in storitve za potrebe procesnih storitev (IT/OT).

2.1.2 Vrste storitev

Glede na potrebe sodobnih storitev je potrebno predvideti tudi poveztljivost aplikacij proti zunanjim uporabnikom. V ta namen se koristijo varne OTN, TDM, MPLS, Ethernet ali IP povezave.

Omrežje za potrebe procesnih storitev omogoča komunikacije upravljanje in nadzor cest, ki so v upravljanju naročnika, izvajanje cestninjenja, upravljanje predorov za nemoten pretok podatkov med sistemi NKS, SNVP, VNP, ADP, CVP. Za prenos storitev procesnega omrežja se bo uporabil MPLS, z strogimi tehničnimi zahtevami, ki jih zahtevajo te storitve.

Notranji uporabniki so tehnični uporabniki, ki uporabljajo storitve, kot so video-nadzor, prenos podatkov za nadzor naprav, poslovni uporabniki, ki pri svojem delu potrebujejo povezavo s podatkovnimi centri, intranet, internet, poslovni LAN, IP telefonijo, kontrolo pristopov, izmenjavo podatkov z drugimi poslovnimi uporabniki itd.

Naprave morajo podpirati vmesnike, ki omogočajo ločene VRF (angl. Virtual routing and forwarding) virtualne instance fizičnega usmerjevalnika in vključitev IP vmesnikov v določeno instalacijo. Omogočati morajo MPLS funkcionalnost z implementacijo MPLS VPN skladno z RFC 4364.

1.2 Topologija komunikacijskega omrežja

Transportno omrežje mora zagotavljati povezovanje pristopnih omrežij proti aplikacijam (C&C) (angl. command-and-control) in varnemu povezovanju proti zunanjim sistemom (GATEWAY).

Oprema mora podpirati MPLS L2 in L3 VPN logične povezave, ring topologije za Ethernet omrežje, hitre prelopne čase usmerjevalnih protokolov (fast reroute). Zagotovljena mora biti razširljivost jedrnega omrežja v smislu prostih SFP+ vmesnikov (rež).

Za učinkovit prenos podatkovnega prometa preko podatkovnega omrežja IP/MPLS, hitro konvergenco sistema, manjše zakasnitve, kratke prelopne čase v omrežju skrbijo mehanizmi (Segment Routing) SR-MPLS oziroma SR-TE (Segment Routing Traffic Engineering).

1.2.1 Razdalje med vozlišči

Vozliščne lokacije podatkovnega omrežja naročnika in njihove medsebojne razdalje:

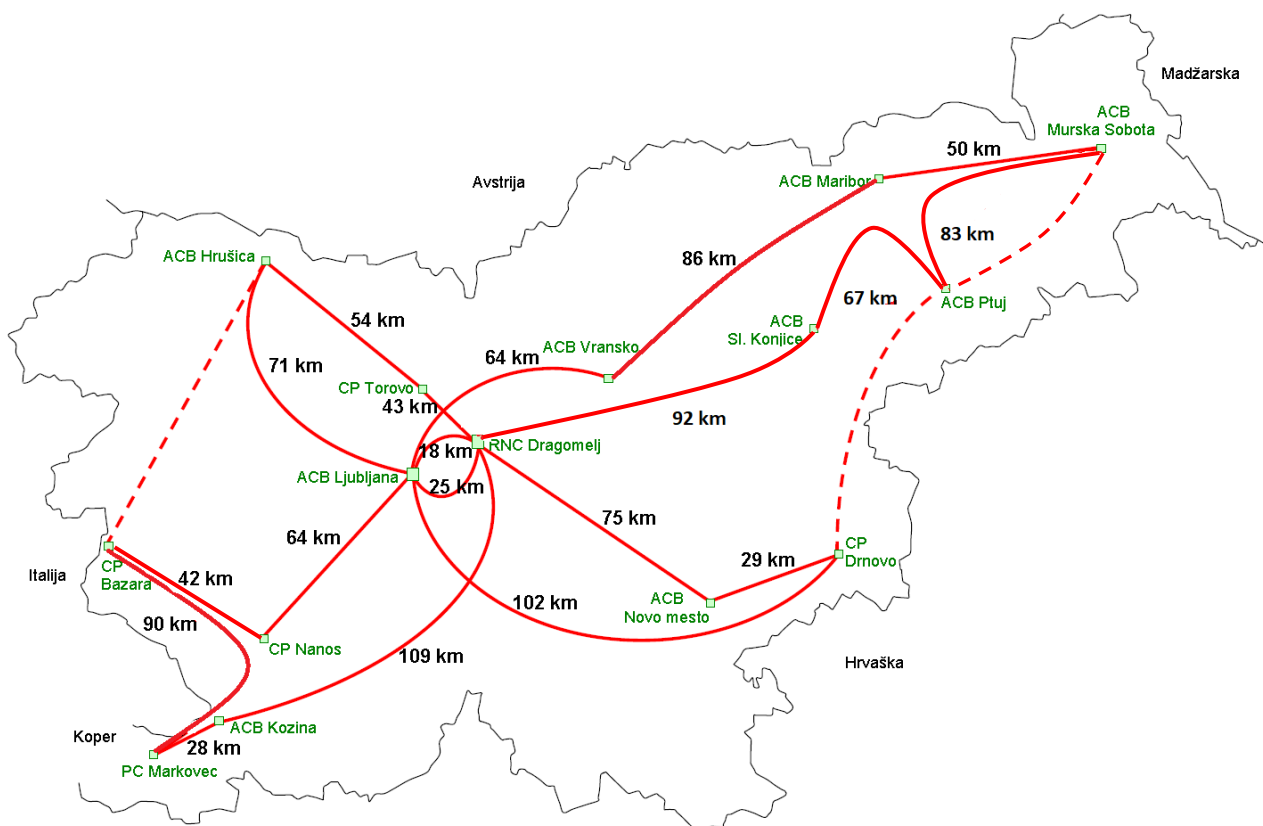
| Vozlišče #1 | Razdalja [km] | Vozlišče #2 |
|----------------------|---------------|----------------------|
| 1. RNC Dragomelj | 18 (severna) | 2. ACB Ljubljana |
| 2. ACB Ljubljana | 25 (južna) | 1. RNC Dragomelj |
| 3. ACB Sl. Konjice | 92 | 1. RNC Dragomelj |
| 4. CP Torovo | 43 | 1. RNC Dragomelj |
| 5. ACB Hrušica | 54 | 4. CP Torovo |
| 5. ACB Hrušica | 71 | 2. ACB Ljubljana |
| 6. ACB Vransko | 64 | 2. ACB Ljubljana |
| 7. ACB Maribor | 86 | 6. ACB Vransko |
| 7. ACB Maribor | 50 | 9. ACB Murska Sobota |
| 8. ABC Ptuj | 67 | 3. ACB Sl. Konjice |
| 9. ACB Murska Sobota | 83 | 8. ACB Ptuj |
| 10. CP Nanos | 64 | 2. ACB Ljubljana |
| 11. CP Bazara | 42 | 10. CP Nanos |
| 12. ACB Kozina | 109 | 1. RNC Dragomelj |
| 13. PC Markovec | 90 | 11. CP Bazara |
| 13. PC Markovec | 28 | 12. ACB Kozina |
| 14. ACB Novo mesto | 75 | 1. RNC Dragomelj |
| 15. CP Drnovo | 29 | 14. ACB Novo mesto |
| 15. CP Drnovo | 102 | 2. ACB Ljubljana |

1.2.2 Topologija povezav

Topologija podatkovnega omrežja vsebuje:

- dve (2) jedrni vozlišči (ACB Ljubljana in RNC Dragomelj). Vsako od obeh jedrnih vozlišč mora biti z najmanj šestimi (6) povezavami z zmogljivostjo najmanj 10 Gbit/s povezana na sosednja vozlišča. Vsako vozlišče mora omogočati skupno najmanj 12 x 10 Gbit/s.
- trinajst (13) komunikacijskih vozlišč, ki služijo za povezovanje Ethernet omrežij (MEF 2.0) preko MPLS omrežja in povezovanje storitev, ki uporabljajo dinamični L3 IP/MPLS. To so:
 - o pet (5) vozlišč (CP Bazara, ACB Hrušica, ACB Ptuj, CP Drnovo, ACB Murska Sobota) z najmanj šestimi (6) povezavami z zmogljivostjo najmanj 10 Gbit/s, pri čemer sta dve (2) - 10 Gbit/s povezavi namenjeni obhodnim potem.
 - o osem (8) vozlišč (CP Torovo, ACB Vransko, ACB Maribor, ACB Slovenske Konjice, CP Nanos, ACB Kozina, PC Markovec, ACB Novo mesto) z najmanj štirimi (4) povezavami z zmogljivostjo najmanj 10 Gbit/s.

Slika razporeda vozlišč:



Črtkane povezave bodo lahko realizirane v sklopu poznejših nadgradenj.

Najprimernejša povezava vozliščnih omrežnih elementov je sklenjena zanka, ki zagotavlja zaščito elektronskih komunikacijskih poti. Sklenjena zanka zagotavlja nivojsko redundanco prenosnih poti, hkrati pa omogoča fleksibilnost in nadzorovano zaščitno-preklopno strategijo.

1.2.3 Slabljenje optičnih povezav

Izmerjeno in ocenjeno slabljenje optičnih povezav med posameznimi komunikacijskimi vozlišči pri valovni dolžini 1550 nm:

| Vozlišče 1 | Vozlišče 2 | Razdalja [km] | Slabljenje [dB] |
|----------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| 1. RNC Dragomelj | 2. ACB Ljubljana | 18 (severna) | 3,94 |
| 2. ACB Ljubljana | 1. RNC Dragomelj | 25 (južna) | 5,34 |
| 3. ACB Sl. Konjice | 1. RNC Dragomelj | 92 | 21,4 |
| 4. CP Torovo | 1. RNC Dragomelj | 43 | 9,72 |
| 5. ACB Hrušica | 4. CP Torovo | 54 | 12,5 |
| 5. ACB Hrušica | 2. ACB Ljubljana | 71 | 16,4 |
| 6. ACB Vransko | 2. ACB Ljubljana | 64 | 14,13 |
| 7. ACB Maribor | 6. ACB Vransko | 86 | 19,9 |
| 7. ACB Maribor | 9. ACB Murska Sobota | 50 | 11,61 |
| 8. ABC Ptuj | 3. ACB Sl. Konjice | 67 | 15,5 |
| 9. ACB Murska Sobota | 8. ACB Ptuj | 83 | 19,2 |
| 10. CP Nanos | 2. ACB Ljubljana | 64 | 16,64 |
| 11. CP Bazara | 10. CP Nanos | 42 | 9,80 |
| 12. ACB Kozina | 1. RNC Dragomelj | 109 | 25,29 |
| 13. PC Markovec | 11. CP Bazara | 90 | 20,15 |
| 13. PC Markovec | 12. ACB Kozina | 28 | 5,57 |
| 14. ACB Novo mesto | 1. RNC Dragomelj | 75 | 17,3 |
| 15. CP Drnovo | 14. ACB Novo mesto | 29 | 6,42 |
| 15. CP Drnovo | 2. ACB Ljubljana | 102 | 23,7 |

Na razdaljah kjer slabljenje presega razliko med oddajno močjo in sprejemno občutljivostjo (angl. power budget) standardnih optičnih vmesnikov za 10G Ethernet je potrebno uporabiti dodatne optične ojačevalne elemente, ki pa morajo biti nameščeni v navedenih vozliščih in ne na lokacijah izven vozlišč.

1.2.4 Kromatska disperzija optičnega signala

Na večjih prenosnih razdaljah je potrebno upoštevati tudi kromatsko disperzijo optičnega signala s povratkom na nič (angl. Return-to-zero – RZ). Povprečna vrednost disperzije 16,8 ps/(nm.km). V primeru, da disperzija na posameznih odsekih presega vrednost, za katero je specificirana oprema, je v vozliščih potrebno namestiti kompenzacijska vlakna (angl. Dispersion Compensation Fiber – DCF) ali ustrezno ekvivalentno tehnološko rešitev.

Na razdaljah kjer disperzija presega dovoljene kumulativne vrednosti standardnih optičnih vmesnikov za 10G Ethernet je potrebno namestiti module za kompenzacijo disperzije. Ker le-ti še dodatno povečajo slabljenje na že tako dolgem odseku, je poleg kompenzatorja disperzije potrebno namestiti tudi optični ojačevalnik. Le-ta se lahko izvede v polprevodniški ali vlakenski tehnologiji.

Ocenjena kromatska disperzija pri valovni dolžini 1550 nm na osnovi izmerjenih vrednosti optičnih povezav med posameznimi elektronskimi komunikacijskimi vozlišči:

| Vozlišče 1 | Vozlišče 2 | Razdalja [km] | Disperzija [ps/nm] |
|----------------------|----------------------|---------------|--------------------|
| 1. RNC Dragomelj | 2. ACB Ljubljana | 18 (severna) | 302 |
| 2. ACB Ljubljana | 1. RNC Dragomelj | 25 (južna) | 420 |
| 3. ACB Sl. Konjice | 1. RNC Dragomelj | 92 | 1545 |
| 4. CP Torovo | 1. RNC Dragomelj | 43 | 722 |
| 5. ACB Hrušica | 4. CP Torovo | 54 | 907 |
| 5. ACB Hrušica | 2. ACB Ljubljana | 71 | 1193 |
| 6. ACB Vransko | 2. ACB Ljubljana | 64 | 1075 |
| 7. ACB Maribor | 6. ACB Vransko | 86 | 1444 |
| 7. ACB Maribor | 9. ACB Murska Sobota | 50 | 840 |
| 8. ABC Ptuj | 3. ACB Sl. Konjice | 67 | 1125 |
| 9. ACB Murska Sobota | 8. ACB Ptuj | 83 | 1394 |
| 10. CP Nanos | 2. ACB Ljubljana | 64 | 1075 |
| 11. CP Bazara | 10. CP Nanos | 42 | 705 |
| 12. ACB Kozina | 1. RNC Dragomelj | 109 | 1831 |
| 13. PC Markovec | 11. CP Bazara | 90 | 1512 |
| 13. PC Markovec | 12. ACB Kozina | 28 | 470 |
| 14. ACB Novo mesto | 1. RNC Dragomelj | 75 | 1260 |
| 15. CP Drnovo | 14. ACB Novo mesto | 29 | 487 |
| 15. CP Drnovo | 2. ACB Ljubljana | 102 | 1714 |

1.2.5 Podatki meritve slabljenja in disperzije

Podatki o meritvah slabljenja in disperzije na posameznih vlakenskih odsekih:

| Trasa | vlakno | Razdalja [km] | Slabljenje [dB] | Disperzija [ps/(km*nm)] |
|-------------------------------------|----------|---------------|-----------------|-------------------------|
| RNC Dragomelj - CP Dob | vlakno 1 | 41,76 | 10,21 | 16,10 |
| | vlakno 2 | 41,74 | 10,55 | 16,21 |
| RNC Dragomelj - ACB Grič (J) | vlakno 1 | 25,26 | 5,34 | 16,81 |
| | vlakno 2 | 25,26 | 5,34 | 16,67 |
| RNC Dragomelj - ACB Grič (S) | vlakno 1 | 18,36 | 3,94 | 16,76 |
| | vlakno 2 | 18,36 | 3,93 | 16,76 |
| RNC Dragomelj - CP Nanos | vlakno 1 | 87,80 | 19,31 | 16,38 |
| | vlakno 2 | | | |
| RNC Dragomelj - ACB Vransko | vlakno 1 | 43,31 | 9,94 | 16,80 |
| | vlakno 2 | 43,31 | 9,36 | 16,79 |
| RNC Dragomelj - CP Torovo | vlakno 1 | 43,34 | 9,70 | 16,69 |
| | vlakno 2 | 43,32 | 9,72 | 16,67 |
| CP Dob - ACB Novo mesto | vlakno 1 | 32,87 | 7,55 | 16,71 |
| | vlakno 2 | 32,87 | 8,45 | 16,74 |
| ACB Novo mesto - CP Drnovo | vlakno 1 | 28,81 | 6,15 | 16,73 |
| | vlakno 2 | 28,81 | 6,42 | 16,74 |
| CP Drnovo - ACB Grič | vlakno 1 | 102,46 | 23,49 | |
| | vlakno 2 | 102,42 | 23,70 | |
| ACB Grič - ACB Vransko | vlakno 1 | 63,92 | 14,13 | 16,64 |
| | vlakno 2 | 63,91 | 13,96 | 16,64 |
| ACB Grič - CP Nanos | vlakno 1 | 63,55 | 13,91 | 16,34 |
| | vlakno 2 | | | |
| ACB Murska Sobota - ACB Maribor | vlakno 1 | 49,51 | 11,61 | 16,68 |
| | vlakno 2 | | | |
| ACB Murska Sobota - ACB Sl. Konjice | vlakno 1 | 89,68 | 18,87 | 16,42 |
| | vlakno 2 | 90,19 | 20,56 | 16,40 |
| ACB Sl. Konjice - ACB Vransko | vlakno 1 | 48,93 | 11,31 | 16,67 |
| | vlakno 2 | | | |
| CP Nanos - ACB Kozina | vlakno 1 | 21,37 | 5,98 | 16,57 |
| | vlakno 2 | 21,36 | 4,54 | 16,54 |
| CP Nanos - CP Bazara | vlakno 1 | 42,06 | 9,80 | 16,61 |
| | vlakno 2 | 42,07 | 9,49 | 16,73 |
| CP Bazara - PC Markovec | vlakno 1 | 89,50 | 20,15 | |
| | vlakno 2 | 89,50 | 19,36 | |
| PC Markovec - ACB Kozina | vlakno 1 | 27,62 | 5,57 | 16,69 |
| | vlakno 2 | 27,62 | 5,46 | 16,55 |
| RNC Dragomelj - ACB Kozina | vlakno 1 | 109,17 | 25,29 | 16,48 |
| | vlakno 2 | | | |
| RNC Dragomelj - ACB Sl. Konjice | vlakno 1 | 92,24 | 21,20 | 16,70 |

1.3 Prometna matrika

Minimalni zahtevki po prometnih zmogljivostih med vozliščnimi lokacijami so prikazani v tabeli. Prometne zmogljivosti se glede na zahteve lahko tudi ustrezno poveča na 100 Gbit/s:

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | Dragomelj | Ljubljana | Sl. Konjice | Torovo | Hrušica | Vransko | Maribor | Ptuj | Murska Sobota | Nanos | Bazara | Kozina | Markovec | Novo mesto | Drnovo |
| 1 | Dragomelj | | 2x 10 GbE | 1x 10 GbE | 1x 10 GbE | | | | | | | | 1x 10 GbE | | 1x 10 GbE | |
| 2 | Ljubljana | 2x 10 GbE | | | | 1x 10 GbE | 1x 10 GbE | | | | 1x 10 GbE | | | | | 1x 10 GbE |
| 3 | Sl. Konjice | 1x 10 GbE | | | | | | | 1x 10 GbE | | | | | | | |
| 4 | Torovo | 1x 10 GbE | | | | 1x 10 GbE | | | | | | | | | | |
| 5 | Hrušica | | 1x 10 GbE | | 1x 10 GbE | | | | | | | 1x 10 GbE | | | | |
| 6 | Vransko | | 1x 10 GbE | | | | | 1x 10 GbE | | | | | | | | |
| 7 | Maribor | | | | | | 1x 10 GbE | | | 1x 10 GbE | | | | | | |
| 8 | Ptuj | | | 1x 10 GbE | | | | | | 2x 10 GbE | | | | | | 1x 10 GbE |
| 9 | Murska Sobota | | | | | | | 1x 10 GbE | 2x 10 GbE | | | | | | | |
| 10 | Nanos | | 1x 10 GbE | | | | | | | | | 1x 10 GbE | | | | |
| 11 | Bazara | | | | | 1x 10 GbE | | | | | 1x 10 GbE | | | 1x 10 GbE | | |
| 12 | Kozina | 1x 10 GbE | | | | | | | | | | | | 1x 10 GbE | | |
| 13 | Markovec | | | | | | | | | | | 1x 10 GbE | 1x 10 GbE | | | |
| 14 | Novo mesto | 1x 10 GbE | | | | | | | | | | | | | | 1x 10 GbE |
| 15 | Drnovo | | 1x 10 GbE | | | | | | 1x 10 GbE | | | | | | 1x 10 GbE | |

1.4 Posebne tehnične zahteve za elektronsko komunikacijsko omrežno opremo

Elektronsko komunikacijsko omrežje bo sestavljeno iz tako imenovanih hibridnih omrežnih naprav, ki temeljijo na tehnologiji MPLS. Vmesniški moduli Ethernet morajo biti univerzalni, primerni za priključitev v jedro omrežja (angl. uplink) in za priključitev končnih naprav ali segmentov omrežja (angl. downlink).

Omrežna naprava mora biti v modularni izvedbi in zasnovana tako, da odpoved njenega posameznega dela ne povzroči izpada celotne naprave ali izpada naprave iz omrežja.

V vseh vozliščih mora biti nameščena omrežna oprema, ki naj ima podvojene vitalne dele »carrier grade«. Pod vitalne dele se štejejo stikalne matrike in podvojeno napajanje. Podvojena stikalna matrika (z redundanco 1:1 ali N:1) se mora nahajati znotraj enotnega ohišja z dvojnim napajanjem. Izpad ene stikalne matrike ne sme znižati zmožljivosti sistema in ne sme povzročiti izpada prometa.

Omrežna naprava mora omogočati zamenjavo kateregakoli njenega sestavnega dela (kontrolni modul, procesorski modul, vmesniški modul, napajalnik, ventilator) brez vpliva na delovanje omrežne naprave.

Kontrolni modul in stikalna matrika sta bodisi ločena modula bodisi združena v istem modulu. Nadgradnja sistemske programske opreme mora biti izvedljiva brez vpliva na posredovanje prometa (angl. In Service Upgrade).

Omrežne naprave v vozliščih morajo imeti stikalno matriko, ki mora podpirati procesiranje paketnega prometa. V omrežni napravi v vozlišču mora biti vgrajena stikalna matrika zmogljivosti najmanj 400 Gbit/s za paketni promet z brezizgubnim delovanjem (angl. non-blocking).

Omrežna naprava v vozlišču mora biti razširljiva z dodatnimi vmesniškimi moduli in modularna z minimalno šestimi (6) režami v katere je mogoče vgraditi različne kartice (module) s komunikacijskimi priključnimi vmesniki in z 2 dodatnima režama za redundantna nadzorna modula.

Oprema IP/MPLS vozlišča mora ustrezati tudi specifikacijam:

- usmerjevalnik mora imeti redundantni napajalni sistem 220 V AC,
- zagotovljen mora biti redundantni sistem za odvajanje toplote (ventilatorji),
- preklap med primarnim in redundantnim napajanjem mora biti izvedeno brez prekinitve delovanja usmerjevalnika in brez napak v pretoku podatkov,
- vse module, ki so vgrajeni v usmerjevalnik, je mogoče odstranjevati in nameščati med delovanjem brez vpliva na delovanje ostalih modulov (angl. hot-swappable),
- usmerjevalnik mora imeti vgrajena dva centralna procesorska modula z vgrajeno stikalno matriko (angl. route switch processor),
- nadgrajevanje in dograjevanje strojne opreme (npr. dodajanje novih modulov) ne vpliva na obstoječe lastnosti usmerjevalnika,
- operacijski sistem na usmerjevalnika je zasnovan modularno,
- posamezne procese v operacijskem sistemu je možno ločeno zaustaviti ali ponovno zagnati, brez vpliva na ostale procese,
- oprema podpira preklap med procesorskima moduloma brez vpliva na delovanje storitev.

Omrežna naprava mora omogočati vgradnjo vmesnikov za Ethernet/MPLS/IP in kasnejšo vgradnjo TDM kartice z vsaj STM-4 pri čemer morajo biti primerni za priključitev končnih naprav ali segmentov omrežja TDM.

Omrežne naprave morajo omogočati preklapljanje in posredovanje na paketnem in TDM nivoju, ter s tem učinkovito optimizirati zahtevano pasovno širino.

Minimalne zahteve po vozliščih so razvidne iz priložene prometne matrike, specifikacije posameznih vozlišč in priloženega topološkega načrta. Minimalne zahteve za priklop na karticah (modulih) po vozlišču so specificirane v tabelah.

1.4.1 Jedrno vozlišče

Specifikacija posameznih jedrnih vozlišč glede na potrebe (potrebni moduli):

| | Vozliščna lokacija | Minimalno število rež (portov) za 10GbE vmesnike na karticah (modulih) | Minimalno skupno število priključnih rež (portov) za 1GbE vmesnike na karticah (modulih) | Minimalno število slotov (portov) za vmesnike, ki omogočajo priklop 100 GbE |
|---|--------------------|--|--|---|
| 1 | Dragomelj | 12 x 10GbE | 36 x 1GbE | 4 |
| 2 | Ljubljana | 12 x 10GbE | 36 x 1GbE | 4 |

1.4.2 Komunikacijsko vozlišče

Specifikacija posameznih komunikacijskih vozlišč glede na potrebe (potrebni moduli):

| | Vozliščna lokacija | Minimalno število rež (portov) za 10GbE vmesnike na karticah (modulih) | Minimalno skupno število priključnih rež (portov) za 1GbE vmesnike na karticah (modulih) | Minimalno število slotov (portov) za vmesnike, ki omogočajo priklop 100 GbE |
|----|--------------------|--|--|---|
| 3 | Sl. Konjice | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 4 | Torovo | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 5 | Hrušica | 6 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 6 | Vransko | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 7 | Maribor | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 8 | Ptuj | 6 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 9 | Murska Sobota | 6 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 10 | Nanos | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 11 | Bazara | 6 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 12 | Kozina | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 13 | Markovec | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 14 | Novo mesto | 4 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |
| 15 | Drnovo | 6 x 10GbE | 24 x 1GbE | 2 |

1.4.3 Standardi

Naprave morajo zadostiti naslednjim električnim in okoljskim standardom:

- EN 60950-1, 2. izdaja
- EN55022, razred A
- EN 300 386, razred A
- EN61000-3-2 do EN61000-3-3
- EN 300 386
- EN 61000-6-5
- EN55024 oz. CISPR24 (EMC/RFI imunost).
- EN 50121-4
- EN/KN 61000-4-2 do EN/KN 61000-4-6
- EN/KN 61000-4-8
- EN/KN 61000-4-11
- ETS/EN 300 019 Hramba: razred 1.2, Transport: razred 2.3, Delovanje: razred 3.2
- Ponujeno omrežno opremo je mogoče skladiščiti v temperaturnem območju od -25°C do +65°C in s stopnjo relativne vlažnosti med 5% in 100%.

- Ponujena omrežna oprema mora delovati v temperaturnem območju od -5°C do +50°C in s stopnjo relativne vlažnosti od 5% do 95% (brez kondenzacije).
- Omrežna oprema mora biti izdelana v skladu z EN 60950:2000; Varnost opreme za informacijsko tehnologijo.
- Stopnja zaščite električne opreme v zaprtem prostoru mora biti v skladu s pogoji in opredelitvami IEC 605229.

1.4.4 Vmesniki

Naprave morajo omogočati vgradnjo naslednjih tipov vmesnikov:

- 100 GbE (optični različnih dometov),
- 10 GbE (optični različnih dometov),
- 1 GbE (električni, optični različnih dometov),
- 10/100/1000 BASE-T.
- STM-1 155 Mbit/s optični, različnih dometov (angl. Clear channel, channelized, PoS),
- STM-4 622 Mbit/s optični, različnih dometov (angl. Clear channel, channelized, PoS),
- E1 električni,
- serijski asinhroni/sinhroni vmesniki

1.4.5 Zmožljivosti

Naprave morajo omogočati najmanj naslednje zmožljivosti:

- 160000 MAC naslovov
- 4000 stikalnih domen
- 16 MST instanc
- 8 Ethernet vmesnikov v LAG (angl. link aggregation)
- 1000 IP L3 vmesnikov
- 1500 ACL zapisov
- 120000 IPv4 in VPNv4 usmerjevalnih poti
- 10000 IPv6 usmerjevalnih poti
- 400 OSPF, 200 za IS-IS, BGP sosedstev
- 255 VRRP grup in najmanj 4 na vmesnik
- 4000 multicast grup
- 30000 MPLS label
- 4000 EoMPLS tunelov
- 4000 VPLS instanc
- 1000 MPLS VPN instanc
- 1000 BFD sej
- 1000 IEEE 802.1ag CFM sej
- 500 Y.1731 SLM instanc
- 8000 QoS razvrstitvenih vrst
- 10000 vhodnih in izhodnih omejilnikov prometa (ang. policers)
- Univerzalni stikalni (LAN) ali usmerjevalniški (WAN) Ethernet vmesnik določen s konfiguracijo vmesnika
- Nevidezni Ethernet vmesnik (angl. Ethernet Virtual Connection – EVC) z enkapsulacijami in lastnostmi : 802.1q, VLAN tunneling QinQ, 802.1ad, klasifikacija prometa po zunanem ali notranji 802.1q VLAN oznaki, VLAN trunk
- Možnost odstranitve in dodajanja vrhnjega ali obeh 802.1q VLAN oznak v dvojno označenem prometu v vhodni strani
- Manipulacija in translacija 802.1q VLAN oznak
- Podpora za uvrščanje definiranega prometa na EVC v interno stikalno domeno (internal bridge domain)

- Podpora za split horizon metodo posredovanja prometa preko EVC
- Podpora za EVC na link aggregation povezavah (LAG)
- Omogočena je konfiguracija atributov kakovosti storitev in zmogljivosti delovanja, administracije ter vzdrževanja (OAM) v carrier-grade paketno komutiranih omrežjih (PSN/PTN).
- Podpora za lokalni vmesnik na katerega se izvaja kopiranje prometa za priklop analizatorja in kopiranje prometa (angl. Port Mirror)
- Podpora za L2 ACL
- Podpora za omejevanje števila MAC naslovov na stikalni domeni
- Podpora za filtriranje MAC naslovov na stikalni domeni
- Podpora za IEEE 802.1s MST
- Podpora za ITU G.2032 Ethernet Ring Protection Switching
- Podpora za 802.3ad/802.1ax Link Aggregation Control Protocol (LACP)
- Podpora za Multi-chassis Link Aggregation Control Protocol (mLACP)
- Podpora za tuneliranje L2 kontrolnih protokolov
- Podpora za Ethernet MTU 9216 bytov
- Podpora za Ethernet Connectivity Fault Management (CFM)
- Podpora za ITU-T Y.1731 Performance Monitoring
- Podpora za Two-Way Active Measurement Protocol (TWAMP), VRF podpora – RFC 5357
- Podpora za statične multicast MAC naslove
- Podpora za IGMP snooping
- Podpora za Pseudowire redundancy
- Podpora za Hot Standby Pseudowire
- Podpora za Multi-Segment Pseudowire
- Podpora za Flow Aware Transport Pseudowire (FAT PW) - RFC 6391

Nadzor in upravljanje :

- Podpora za Simple Network Management Protocol (SNMP)
- Podpora za management information base (MIBs)
- Podpora za IEEE 802.1ab LLDP (angl. Link Layer Discovery Protocol)
- Podpora Port Level Local SPAN (SPAN)
- Podpora Port Level Remote SPAN (RSPAN)
- Podpora Command Line Interface (CLI)
- Podpora za SSH Protocol v2
- Podpora in zagotavljanje varnosti z IPsec (Internet Protocol Security), vključno z:
IPSEC Internet Key Exchange (IKE), IKEv1 and IKEv2 Transform sets, IPSEC Encrypted Preshared Key, IPSEC Dead Peer Detection (IKE), IPSEC Anti-Replay Window
IPSEC RSA keys, Certificate Revocation List (CRL) support and certificate enrollment for PKI
IPSEC Extended Sequence Number (ESN) support, IPSEC feature to negotiate traffic type/port for a session
- Ethernet vmesnik za izven-prometni nadzor opreme (agl. Out Of Band Ethernet)
- Podpora za kreiranje lokalne baze administratorjev na napravi (username, password)
- Podpora za overjanje administratorjev preko Radius protokola na centralnem strežniku za overjanje
- Podpora za omejitev pravic izvajanja določenih ukazov skupini ali posameznim administratorjem
- Podpora za logiranje vseh dostopov in posegov na lokalni napravi
- Podpora za pošiljanje vseh log zapisov na centralni syslog strežnik
- Mehanizem za definicijo avtomatskega proženje akcij ali spremembe konfiguracije ob zaznanem dogodku z uporabo skript
- Možnost restarta posameznega modula (nadzorni modul, matrika, priključni modul) ali celotne naprave
- Podpora za analizo delovanja z uporabo debug ukazov

- Konfiguracija mora biti shranjena v tekstualni berljivi obliki na lokalni napravi in na centralnem sistemu za nadzor in upravljanje

L3 protokoli:

- Podpora za DHCP relay
- Podpora za DHCP snooping
- Podpora za broadcast in multicast storm control
- Podpora za funkcijo preverjanja ARP protokola (angl. Dynamic Arp Inspection)
- Podpora za VRRP in VRRP3 z najmanj 256 VRRP skupin
- Podpora za IP vmesnike na fizičnih vmesnikih (angl. routed port) in stikalnih skupinah (angl. bridge domain)
- Podpora za usmerjanje prometa preko več enakovrednih povezav (angl. Equal Cost Multipath)
- BGP usmerjevalni protokol
- Podpora za multiprotocol BGP (MP-BGP)
- Podpora za BFD v povezavi z OSPF, IS-IS, BGP, PIM multicast in statične usmerjevalne poti
- Podpora za multihop BFD
- Podpora za Ipv4 in Ipv6 ACL
- Podpora za IGMP (angl. Internet Group Management Protocol) version 1 – RFC 1112
- Podpora za IGMPv2 – RFC 2236 in IGMPv3 – RFC 3376
- Podpora za PIM Version 2
- Podpora za multicast usmerjanje PIM Source Specific Multicast (PIM SSM)

MPLS funkcionalnosti:

- Podpora za IP/MPLS tehnologijo in arhitekturo.
- Podpora za L2 in L3 VPN storitve preko MPLS
- Podpora za Provider Router (P) in Provider Edge Router (PE) vlogo v omrežju
- Podpora za Any Transport over MPLS (AToM)
- Podpora za Ethernet over MPLS (EoMPLS)
- Podpora Ethernet MPLS pseudowire skladno z RFC 5462
- Podpora za Circuit Emulation Service over UDP (CESoUDP)
- Podpora za redundanco EoMPLS povezav
- Podpora MPLS TE-FRR (MPLS Traffic Engineering Fast Re-Route)
- Podpora RSVP-TE (Dynamic Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering), RFC 7551, RFC 3209
- Podpora za in H-VPLS
- Podpora za H-VPLS N-PE redundanco MPLS dostopa
- Podpora za IP vmesnik na VPLS in EoMPLS instancah
- Podpora za MPLS IP Loop Free Alternate Fast Re-Route (LFA FRR)
- Podpora za Remote Loop Free Alternate Fast Re-Route (R-LFA FRR)
- Podpora za Segment Routing TE (Traffic Engineering)

TDM funkcionalnosti:

- Podpora za emulacijo TDM povezave preko paketnega oprežja, (Circuit Emulation over Packet Switched Network CESoPSN) in emulacijo TDM povezave preko MPLS, Circuit Emulation over MPLS (SAToP)
- POS Concatenation mode na STM 1 in STM 4
- Redundanca priklopa dostopovne TDM povezave
- Prenos sinhron/asinhron RS232 povezave preko MPLS

QoS:

- Podpora za QoS na osnovi IEEE 802.1p CoS (angl. Class of Service)
- Podpora za klasifikacijo prometa na osnovi zunanega ali notranjega CoS pri dvojno označenih 802.1q paketih
- Podpora za klasifikacijo prometa na osnovi MPLS EXP

- Podpora za klasifikacijo prometa na osnovi ACL
- Podpora za QoS na osnovi IP Precedence Type of Service (ToS)
- Podpora za QoS na osnovi DSCP (angl. Differentiated Services Code Point based QoS)
- Podpora za Class Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ)
- Podpora za Class based policing
- Podpora za Diffserv Compliant WRED
- Podpora za večnivojski QoS
- Podpora za vhodno in izhodno omejevanje prometa
- Podpora za izhodno izravnavanje prometa (angl. Egress Shaping)
- Podpora za večnivojsko prioritetno vrsto (angl. Multilevel Priority Queue)
- Podpora za označevanje izhodnega prometa v CoS, ToS, DSCP in MPLS EXP QoS poljih
- Podpora za servis MPLS-TE, Requirements for Support of Differentiated Services-aware MPLS Traffic Engineering – RFC 3564

Zaščitni mehanizmi:

- Podpora za LAG (angl. Link Aggregation Groups) za Ethernet vmesnike za namen zaščite povezave ali za namene prometnega razvrščanja na osnovi IP ali MAC naslova.
- Podpora za ERP (angl. Ethernet Ring Protection) v skladu z ITU-T G.8032.
- MPLS FRR za zaščito <50 ms in dual-FRR povezavah.
- Topology Independent LFA (TI-LFA).
- Pseudo-wire (PW) redundancy.

Omogoča standarde za sinhronizacijo časa, ki se lahko vključujejo naknadno:

- ITU-T: G.813, G.823, G.824, G.703 clause 5, G.703 clause 9, G.8261/Y.1361, G.781, G.8262, G.8264, G.8265.1, G.8275.1
- IEEE: 1588-2008 (angl. Ordinary Clock, Boundary Clock, end-to-end Transparent Clock, Master Clock)
- sinhroni Ethernet ITU-T SyncE Vmesniki za sinhronizacijo : BITS vhodni in izhodni, 1 pps vhodni in izhodni, 2.048/10 MHz vhodni in izhodni

1.4.6 Tabela ustreznosti

Ponudnik mora pri posamezni zahtevi v tabeli ustreznosti označiti z DA, če izpolnjuje ali NE, če ne izpolnjuje posamezno zahtevo, ki je navedena v tabeli ustreznosti. Navedene zahteve v tabeli morajo podpirati vsa komunikacijska vozlišča. Tabela ustreznosti se za izpolnitev nahaja v prilogi.

Naročnik si pridržuje pravico, da od ponudnika naknadno zahteva predložitev specifikacij in dokazil o izpolnjevanju tehničnih zahtev.

1.5 Kibernetška varnost

Elektronsko komunikacijsko omrežje mora zadostiti potrebam po povezovanju, majhnim zakasnitvam in možnosti odreagirana na različne vrste varnostnih izzivov.

1.5.1 Kibernetška zaščita procesnih sistemov kritične infrastrukture

Sistem aktivnosti, ki so potrebne za implementacijo kibernetške zaščite sistemov, je definiran v NIST (US National Institute of Standards and Technology) Cyber Security Framework.

Sistem aktivnosti predvideva sledeč vrstni red aktivnosti:

- Identifikacija - "Develop the organizational understanding to manage cybersecurity risk to systems, assets, data, and capabilities."
- Zaščita - "Develop and implement the appropriate safeguards to ensure delivery of critical infrastructure services."
- Detekcija - "Develop and implement the appropriate activities to identify the occurrence of a cybersecurity event."
- Odziv - "Develop and implement the appropriate activities to take action regarding a detected cybersecurity event."
- Obnovitev - "Develop and implement the appropriate activities to maintain plans for resilience and to restore any capabilities or services that were impaired due to a cybersecurity event."

1.5.2 Šifriranje

Varnostni mehanizmi, ki se lahko realizirajo znotraj komunikacijskega omrežja:

- L1 šifriranje, L2 šifriranje, L3 šifriranje
- Omogočanje implementacije ostalih varnostnih funkcij kot so združeno upravljanje groženj (angl. Unified Threat Management – UTM), SAD, povezljivost proti krovnim varnostnim sistemom.

Preko komunikacijskega omrežja se bodo prenašale kritične storitve. Iz tega razloga mora omrežje omogočati implementacijo varnostnih mehanizmov, ki so skladni z zakonodajo in sodobnimi varnostnimi zahtevami.

1.6 Nadzor in upravljanje komunikacijskega omrežja

Nadzorni sistem elektronsko komunikacijskega omrežja mora biti zasnovan uporabniku prijazno z grafičnim vmesnikom (angl. Graphical User Interface oziroma – GUI), pri čemer lahko upravljalci omrežja nadzirajo in upravljajo telekomunikacijsko omrežje samo z uporabo ikon grafičnega vmesnika.

Omogočati mora definiranje povezav oziroma prenosnih poti, tunelov in storitev (servisov) od konca do konca (angl end-to-end oziroma E2E ali A-Z). Imeti mora večnivojski pogled topologije omrežja, kjer je topologija različnih logičnih omrežij prikazana neodvisno od fizičnega nivoja. Aktivni sloj naj prikazuje tako njemu lastne objekte in povezave, kot tudi navidezne predstavitve povezav oziroma poti nižje ležečih slojev. Več nivojska topologija mora omogočati tudi enostavno nadgrajevanje in dodajanje novih storitev v elektronsko komunikacijsko omrežje.

Sistem za nadzor in upravljanje mora omogočati hiter in prilagodljiv nadzor nad napakami, ki zagotavlja učinkovito upravljanje z alarmi, vključuje trenutni status alarmov vključno z njihovo zgodovino. Nadzor nad alarmi in napakami omogoča hitro odkrivanje vzrokov za alarme in s tem olajša odpravljanje napak v elektronsko komunikacijskem omrežju.

Zaradi kompleksnosti omrežja mora omogočati upravljanje zelo različnih naprav in tehnologij in biti optimiziran za nadzor Ethernet, MPLS, SDH, OTN in DWDM povezav.

Nadzorno upravljalni sistem mora biti skladen s sledečimi priporočili ITU-T ter s priporočili

TeleManagement Forum:

- M.3010 (02/00): Principles for a Telecommunications Management
- M.3013(02/00): Considerations for a Telecommunications Management
- M3020 (02/00): TMN Interface Specification Methodology
- M.3400 (02/00): TMN Management Functions
- M.3200: TMN Management Services and Telecommunications Managed Areas
- OSI/ISO FCAPS Network Management Model

Nadzorni sistem mora imeti možnost vključevanja in spremljanja elementov različnih proizvajalcev z uporabo SNMP ali ustreznega drugega protokola.

Oprema mora zagotavljati nadzor in upravljanja preko lokalnega vmesnika in preko centralnega nadzornega sistema.

Funkcije delovanja, upravljanje in vzdrževanje (angl. Operation, Administration and Maintenance – OAM).

OAM funkcije omogočajo odkrivanje napak, potrjevanje, lokalizacijo in obveščanje o različnih stanjih omrežja. Izvajajo se lahko samodejno ali na zahtevo.

Sistem nadzora in upravljanja mora vključevati najmanj sledeče funkcionalne sklope:

- Osnovno platformo orodja (angl. Core Services)
- Upravljanje z omrežnimi elementi (angl. Element Management)
- Upravljanje z omrežjem (angl. Network Assurance)
- Upravljanje s storitvami (angl. Network Provisioning)
- Uporabniški vmesnik (angl. User Interface)
- Integracijski vmesniki (angl. Northbound Interface)

1.6.1 Upravljanje z omrežnimi elementi

- Upravljanje s konfiguracijami elementov
- Upravljanje s sistemsko programsko opremo elementov
- Upravljanje z dogodki
- Upravljanje in nadzor obremenitev elementov

1.6.2 Upravljanje z omrežjem

- Upravljanje z napakami
- Upravljanje z performančnimi indikatorji, poročanje
- Pregledovanje omrežja
- Pregledovanje in prikazovanje storitev

1.6.3 Upravljanje s storitvami

- Kreiranje in ukinjanje storitev E2E preko grafičnega vmesnika
- Kreiranje storitev na paketnem sloju Carrier Ethernet/ MPLS

1.6.4 Sistem nadzora in upravljanja na lastnem sistemskem nivoju

- Nadgradnje posameznih funkcionalnih sklopov z minimalnim vplivom na delovanje NMS
- Nadgradnje za podporo novih naprav ali verzij brez vpliva na delovanje NMS
- Enotno upravljanje vseh elementov ponujenega omrežja
- Uporabniški grafični vmesnik mora biti dosegljiv preko http/https brez Java vmesnika
- Naknadno izvedbo redundantnega NMS sistema na isti ali na oddaljeni lokaciji
- Namestitve v VMWare okolju, ponudnik specificira potrebne vire za virtualno okolje
- Izdelavo varnostne kopije interne podatkovne baze
- Integracijo z drugimi sistemi upravljanja preko REST protokola

- Definicijo različnih domen upravljanja na osnovi skupine ali tipa naprav, lokacije, uporabniške skupine, do katere ima posamezni uporabnik dostop
- Definiranje opravil in urnika njihove samodejne izvedbe
- Upravljanje z uporabniki NMS in uporabniškimi profili
- Overjanje uporabnika NMS z lokalno določenim računom ali preko Radius in SSO protokola na zunanjem AAA strežniku
- Omejitev možnosti upravljanja za določenega uporabnika na skupino naprav
- Omejitev možnosti upravljanja za določenega uporabnika glede na njegovo vlogo
- Zapis vsake uporabniške prijave in aktivnosti v log datoteko

1.6.5 Upravljanje z inventarjem mora omogočati

- Samodejno raziskavo omrežja in sprememb, zajem novih elementov v bazo inventarja mora izvesti na osnovi zaznanih sprememb, na zahtevo ali na osnovi urnika
- Izgradnjo modela mrežne naprave preko katerega se izvaja upravljanje
- Zapisovanje vseh podatkov o vseh elementih v enotno relacijsko bazo
- Grafično prezentacijo omrežnega elementa
- Določitev omrežnega elementa v status servisnega posega (maintenance mode)
- Nadgrajevanje sistemske programske opreme na omrežnih elementih
- Avtomatsko sinhronizacijo konfiguracije med NMS in omrežnim elementom
- Konfiguracijo omrežnih elementov na osnovi konfiguracijskih predlog

1.6.6 Grafični vmesnik mora zagotavljati

- Grafični prikaz topologije omrežja in storitve na nivoju optičnega transporta in nivoju paketnega omrežja
- Da povezave med elementi na grafičnem vmesniku odražajo status povezave (morebitne napake, zaščitna povezava, itd.)
- Vnos grafičnih podlag in zemljevidov v topološke mape
- Možnost uporabniške prilagoditve izgleda topologije
- Možnost kreiranja več osnovnih grafičnih prikazov (angl. Dashboards) z elementi ki so na voljo (angl. Dashlets)
- Kreiranje in ukinjanje storitev

1.6.7 Upravljanje s storitvami mora omogočati

- Kreiranje in ukinjanje sledečih MEF 2.0 storitev preko grafičnega vmesnika vključno z QoS, L2 kontrolnimi protokoli (L2CP) in Ethernet OAM parametri :
E-LAN (EP-LAN port-based in EVP-LAN VLAN-based),
E-LINE (EPL port-based in EVPL VLAN-based,
E-TREE (EP-TREE port-based in EVP-TREE VLAN-based),
E-ACCESS (EPL port-based in EVPL VLAN-based).
- Samodejno raziskavo konfiguriranih storitev
- Kreiranje MPLS VPN storitev tipa full-mesh, hub-and-spoke, kombinirani storitev preko grafičnega vmesnika vključno z lokalnimi parametri Route Target, Route Distinguisher, stikalnimi domenami in IP vmesniki ter QoS parametri

1.6.8 Monitoring omrežja mora omogočati

- Spremljanje stanja in dogodkov na nivoju posamezne storitve v korelaciji z infrastrukturo
- Izvajanje RFC2544 testov pri aktivaciji storitve, remote loop, prekinitvev
- Izvajanje Y.1731 testov inband
- Generiranje poročil na zahtevo ali avtomatsko glede na uporabniško definiran urnik in pošiljanje na e-mail
- Grafični in tabelarni prikaz podatkov v poročilih v CSV in PDF formatu

- Poročila morajo vključevati najmanj:
inventarno poročilo,
ethernet OAM poročila,
performančna poročila za vse tipe vmesnikov,
performančna in statistična poročila na osnovi Y.1731,
prometna statistična poročila za vmesnike in storitve,
poročilo o spremembah v sistemu (angl. Change Audit),

1.6.9 Spremljanje alarmov mora omogočati:

- Najmanj sledeče nivoje alarmov: Minor, Major, Critical, Warning
- Administrativno prirejanje nivoja alarma posameznemu tipu dogodka
- Samodejno odstranitev alarma ko vzrok za alarm preneha
- Administrativno odstranitev alarma
- Grafični prikaz alarma z barvno kodo na topološki mapi
- Filtriranje določenega tipa alarmov iz prikaza
- Prikaz vseh alarmov za posamezni element
- Sprejem in posredovanje SNMP sporočil
- Sprejem SYSLOG sporočil
- Posredovanje e-mail sporočil

2 Namestitev opreme po lokacijah

Oprema za prenosno komunikacijsko omrežje bo v začetni fazi namestila na 15 ključnih lokacij, ki bodo med seboj povezane s parom optičnih vlaken. V nadaljevanju se bodo ostale lokacije priključevale na eno ali dve ključni lokaciji, kar bo zagotovilo še dodatno redundanco.

Na vsaki od lokacij je potrebno zagotoviti napajanje s priključno močjo do 3 kW. Na vseh lokacijah je potrebno zagotoviti ustrezno brezprekinitveno napajanje (angl. uninterruptible power supply – UPS).

Oprema se bo namestila v obstoječe ali nove telekomunikacijske omare. Po pregledu lokacij je bilo ugotovljeno, da se na devetih (9) lokacijah potrebuje nove telekomunikacijske omare. V obstoječe omare se opremo namesti na šestih (6) lokacijah in sicer v: ACB Slovenske Konjice, RNC Dragomelj, ACB Vransko, CP Bazara, ACB Kozina, ACB Ptuj.

Za potrebe nameščanja elektronsko komunikacijskega omrežja se dobavijo nove kakovostne kovinske samostoječe omare od istega proizvajalca s sledečimi lastnostmi:

- dimenzije (š×g×v) so 800×800×2200 mm;
- samostoječa omara, kovinska brez nosilnega okvirja;
- antikorozijsko zaščitena (barva RAL 7035);
- vrata za dostop do opreme s prednje in zadnje strani omare;
- vrata opremljena z režami za hlajenje in dvignjen pokrov omare;
- uvedne odprtine za kable s priborom za kabliranje (odprtine ustrezno zaprte ob kablilih);
- tridelno dno, ki ga je mogoče delno ali v celoti odstraniti;
- vertikalna kabelska vodila ob straneh (posamezna, spredaj in zadaj);
- vrata in stranici na omari morajo biti snemljiva;
- profili pocinkani, 19" vodila premična po globini (trije povezovalni horizontalni profili ob straneh);
- razvod 230 V AC z 9 vtičnicami z zaščitnim kontaktom (sprednja stran omare, spodaj);
- spodaj (na zadnji strani omare) zaščitna ozemljitvena zbiralka za ozemljevanje vse opreme v omari;
- po dve polici z možno obremenitvijo po 30 kg (prestavljivi), ena od njih izvlečna;
- plastični predal za dokumentacijo na vratih.

Vse nove omare morajo biti razstavljive oziroma z možnostjo vnosa v prostor.

Ponudnik omrežne opreme bo moral dobaviti ustrezne dolžine kablov za povezave med omrežnimi elementi, ki jih bo dobavljal, poleg tega bo moral poskrbeti za ustrezne priključne sponke. Če bo katero od kabelskih povezav potrebno urediti z izvedbo podaljškov obstoječih kablov, se to izvede z uporabo ustreznih atestiranih spojk. Vsi priključki morajo biti trajno in pravilno označeni skladno s pravili naročnika.

2.1 Pregled posebnosti po lokacijah

V nadaljevanju so navedene specifičnost posameznih lokacij z dodatnimi zahtevami, ki jih je potrebno izvesti v okviru projekta.

Za potrebe namestitve opreme izvajalec izdelava PZI dokumentacijo in po končanih deli PID dokumentacijo, PZI dokumentacijo in PID dokumentacijo mora izdelati pooblaščen projektant.

RCN Dragomelj

Oprema se namesti v obstoječo omaro.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Električni razdelilnik je montiran na hrbtni strani omare. Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari v katero se montira nov 24

vlakenski optični delilnik. Za zagotovitev optične povezljivosti se od optičnega delilnika LISA do omare položi 24 vlakenski optični kabel (G. 652 D) v dolžini 50m.

ACB Novo Mesto

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi desno ob obstoječi omari.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel (omara klic v sili).

CP Drnovo

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi levo od obstoječe elektro razdelilne omare. Za postavitve nove omare je potrebno prestaviti nadometno vtičnico UPS (2 kosa) in nadometno vtičnico UTP (2 kosa). Potrebno je prestaviti telefonsko centralo na začasno lokacijo.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

ACB Ljubljana

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi desno od obstoječe komunikacijske omare v serverskem prostoru.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Priklop elektro razdelilnika za potrebe opreme v novi omari je možen na obstoječo 3 polno vtičnico, ki je nameščena pod stropom.

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v novi 19" omari v katero se montira nov 24 vlakenski optični delilnik. Za zagotovitev optične povezljivosti se od optičnega delilnika LISA v TK prostoru do novega delilnika v serverskem prostoru položi 24 vlakenski optični kabel (G. 652 D) v dolžini 200m.

CP Torovo

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi levo ob obstoječi omari (v kateri je na vrhu glavni optični delilnik).

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (v kleti).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

ACB Hrušica

Oprema se namesti v novo omaro. Omara se postavi v »AKU prostor« zraven obstoječe omare SNVP. Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika.

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v novi omari v katero se montira nov 24 vlakenski optični delilnik. Za zagotovitev optične povezljivosti se od glavnega optičnega delilnika, ki je v sosednjem prostoru do nove omare položi 24 vlakenski optični kabel (G. 652

D) v dolžini 50m. Med »serverskim« prostorom in »AKU prostorom« je potrebno zagotoviti tudi UTP podatkovne povezave. V obeh prostorih se predvidi nov 24 portni UTP delilnik in povezava med prostoroma z UTP kablom.

ACB Murska Sobota

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi levo ob obstoječi omari.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

ACB Maribor

Oprema se namesti v novo omaro.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel. Vhodna vrata v prostor so širine manj kot 80cm.

Ker je na lokaciji ACB Maribor predvidena rekonstrukcija prostora, kjer je predvidena postavitve nove omare, se lahko odvisno od sočasnosti gradnje, spremeni tehnična rešitev postavitve omare.

ACB Ptuj

Oprema se namesti v obstoječo omaro, kjer je že nameščena obstoječa omrežna oprema in optični delilnik. Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno dodati podaljšek z razdelilnikom.

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

ACB Slovenske Konjice

Oprema se namesti v obstoječo omaro št. 2, kjer je že nameščena obstoječa omrežna oprema in optični delilnik. Prestavi se kovinska polica in optični konverterji, da se zagotovi ustrezen prostor.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno dodati podaljšek z razdelilnikom.

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

ACB Vransko

Oprema se namesti v obstoječo omaro, kjer je že nameščena obstoječa omrežna oprema. Prestavi se snemalnik in optični konverterji, da se zagotovi ustrezen prostor.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

CP Nanos

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi levo ob obstoječi omari, kjer je zaključen 96 vlakenski optični kabel.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

CP Bazara

Oprema se namesti v obstoječo omaro, kjer je že nameščena obstoječa omrežna oprema in optični delilnik. Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno dodati podaljšek z razdelilnikom.

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

PC Markovec

Oprema se namesti v novo omaro, ki se postavi levo ob obstoječi omari RVN-RA-1.

Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a. Potrebno je izvesti nov električni izvod iz UPS razdelilnika (dva tokokroga).

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel (optična omara, sistem LISA).

ACB Kozina

Oprema se namesti v obstoječo omaro. Električno napajanje je zagotovljeno preko UPS-a.

Povezava v optično omrežje bo zagotovljena v omari, kjer je zaključen optični kabel.

3 Storitve

3.1 Obseg del izvedbe

Obseg del vsebuje prevoz opreme in njeno začasno skladiščenje, raztovarjanje prispele opreme do mesta vgradnje, vgradnjo oziroma montažo opreme določene v posebnih tehničnih pogojih.

Aktivnosti in odgovornosti izvajalca del so:

- izvajanje del po tehničnih predpisih, standardih in normativih,
- splošno in podrobno planiranje vseh del,
- zavarovanje, zaščita delavcev in opreme v času montaže,
- transport opreme na lokacije,
- vgrajevanje materialov, naprav, opreme, katerih kvaliteta je dokumentirana z atesti ali s certifikati kakovosti,
- dobava montažne opreme in materialov,
- vgradnja vse aktivne strojne in programske omrežne opreme,
- vgradnja vse strojne opreme za preskrbo z neprekinjenim el. napajanjem,
- izvedba vseh potrebnih fizičnih povezav – podatkovnih (UTP in optika) ter za napajanje,
- dobava in namestitvev potrebnih programskih modulov / licenc,
- implementacija L2 in L3 omrežnih parametrov,
- implementacija BGP, MPLS, L3VPN,
- izvesti vse potrebne nastavitve (parametriranje) novo vgrajene opreme za zagotovitev operativnosti omrežja ter integracijo v obstoječe omrežje,
- preizkušanje in zagon opreme in naprav,
- sodelovanje pri strokovnem tehničnem pregledu,
- začasni prevzem opreme,
- izvedba preizkusnega obratovanja,
- sodelovanje pri končnem prevzemu,
- montažno zavarovanje,
- rizično zavarovanje opreme,
- skladnost dobave opreme in izvedbe storitev s terminskim planom,
- varstvo pri delu, proti požaru in varstvo okolja,
- notranja kontrola kakovosti nad izvajanjem del,
- odpravljanje napak v garancijskem obdobju skladno z garancijskimi pogoji,
- zvajalec lahko vgrajuje le novo opremo, ki še ni bila uporabljena.

3.2 Migracija storitev

Po izgradnji paketnega podatkovnega omrežja bo postopna migracija storitev iz obstoječih omrežij. V fazi gradnje novega paketnega podatkovnega omrežja, je potrebno natančno preučiti in definirati postopke prehoda in zagotoviti minimalen možen čas izpada ter upoštevati obstoječo konfiguracijo (VRF instance, VLANi, 802.1Q, ...).

Prvi korak za migracijo je izgradnja vzporednega paketnega podatkovnega omrežja, ki bo uporabljeno za združevanje (angl. Aggregation). V visoko skalabilno in zmogljivo omrežju se implementira tehnologija MPLS, ki zagotavlja povezavno usmerjenost, prometni inženiring, QoS, OAM in zaščitne mehanizme.

V novo zgrajeno MPLS omrežje se integrirajo posamezna obstoječa podatkovna omrežja. Integracija pomeni upoštevanje obstoječega stanja (VRF instance, IP numeracija) ter selitev na novo zgrajeno omrežje.

3.2.1 Popis obstoječe opreme

Pri migraciji storitev se upošteva integracija obstoječega ključnega hrbteničnega omrežja z novo opremo, da se zagotavlja kompatibilnost in nemoteno delovanje nove in obstoječe ključne opreme hrbteničnega omrežja.

Obstoječa hrbtenična oprema na lokacijah obstoječih vozlišč:

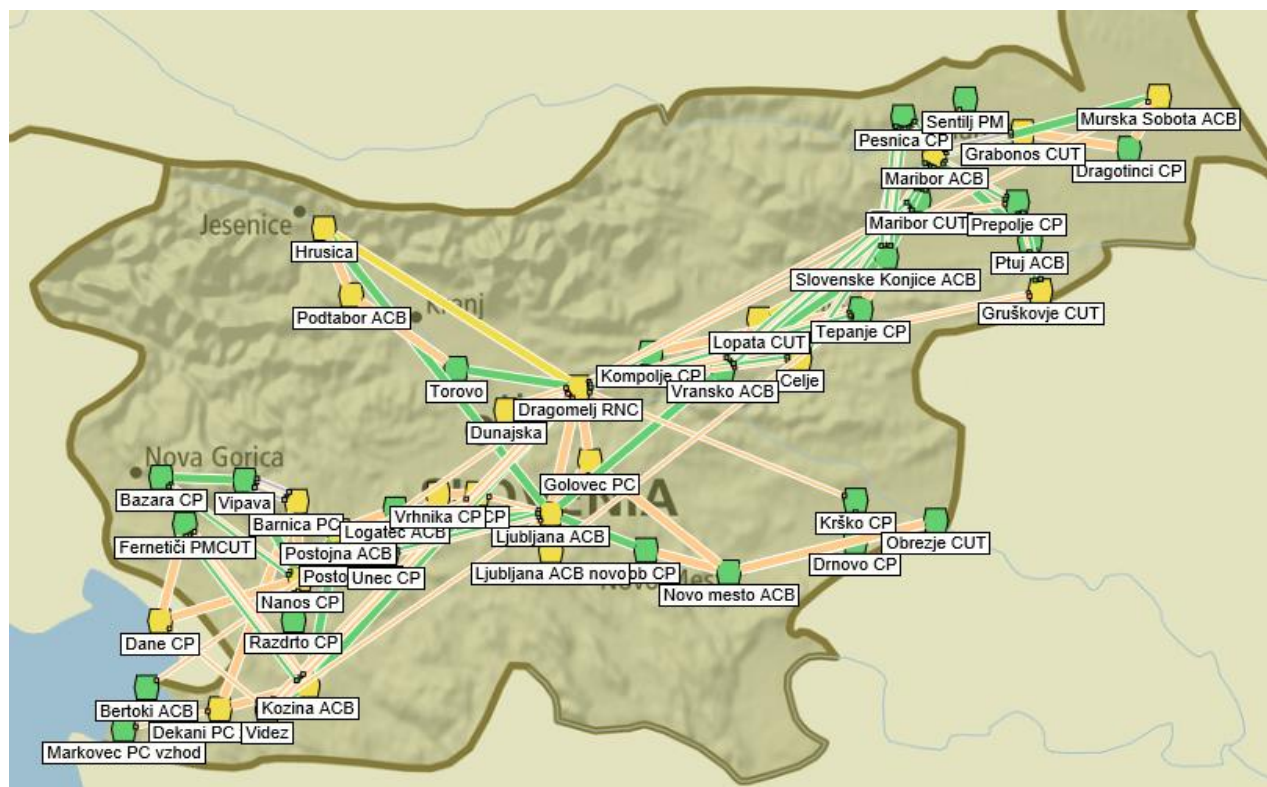
| Lokacija | Model Cisco | SN |
|-------------------|-------------------|-------------|
| Barnica PC | WS-C3650-24PS | FDO2122Q0U8 |
| Barnica PC | WS-C3650-24PS | FDO2122E10F |
| Bazara CP | Cisco 1812 | FCZ10442126 |
| Bazara CP | IE-4010-16S12P | FDO2221U0NU |
| Bertoki ACB | Cisco 1812 | FCZ1046218E |
| Bertoki ACB | WS-C3560-24PS | FDO1210X1TG |
| Dane CP | IE-4010-16S12P | FDO2222U0C1 |
| DARS Celje | WS-C3650-24PS | FDO2115Q1PE |
| DARS Celje | WS-C3650-24PS | FDO2115E3D0 |
| DARS Dunajska 7-5 | C3850 | FDO1718R0Y6 |
| DARS Dunajska 7-5 | WS-C3750E-24TD | FDO1544W0T1 |
| DARS Dunajska 7-5 | WS-C3750X-12S | FDO1718R0Y6 |
| DARS Dunajska 7-5 | WS-C3560-24PS | FDO1342Y2JQ |
| DARS Dunajska 7-5 | WS-C3560-24PS | CAT0943R3H2 |
| Dekani predor | C3650-24TS | FDO2122Q0VD |
| Dekani predor | WS-C3650-24PS | FDO2115E3D4 |
| Dob CP | IE-4010-16S12P | FDO2321J6HH |
| Dragomelj RNC | C3900-SPE200/K9 | FOC1535715U |
| Dragomelj RNC | C3850 | FCW2040D092 |
| Dragomelj RNC | C3850 | FOC2040X085 |
| Dragomelj RNC | WS-C3750G-24TS-1U | FOC1318Y0FT |
| Dragomelj RNC | WS-C3750G-24TS-1U | FOC1318Y0GL |

| | | |
|----------------------|---|-------------|
| Dragomelj RNC | WS-C6509-E, moduli: PID: CLK-7600,SN: SMT1542F162 PID: CLK-7600,SN: SMT1542F162 PID: VS-F6K-MSFC5,SN: SAL1637MKQ8 PID: VS-F6K-MSFC5,SN: SAL1638MV4C PID: VS-F6K-PFC4,SN: SAL1637MKWT PID: VS-F6K-PFC4,SN: SAL1637MMMZ PID: VS-SUP2T-10G,SN: SAL1637MF4C PID: VS-SUP2T-10G,SN: SAL1638MWEQ PID: WS-C6509-E-FAN,SN: DCH154200U8 PID: WS-C6K-VTT-E,SN: SMT1530G683 PID: WS-C6K-VTT-E,SN: SMT1530H438 PID: WS-C6K-VTT-E,SN: SMT1530H479 PID: WS-CAC-3000W,SN: SNI1539AX3T PID: WS-CAC-3000W,SN: SNI1539AX6L PID: WS-F6700-CFC,SN: SAL1545UUC3 PID: WS-F6700-CFC,SN: SAL1545UUDX PID: WS-F6K-DFC4-A,SN: SAL16095TQ3 PID: WS-X6748-GE-TX,SN: SAL1520DTU1 PID: WS-X6748-GE-TX,SN: SAL1529K9T9 PID: WS-X6824-SFP,SN: SAL161063RK PID: X2-10GB-ER,SN: OPB15210088 PID: X2-10GB-LR,SN: AXXL147 PID: X2-10GB-LR,SN: AXXL148 | SMC15430005 |
| Dragomelj RNC | CISCO3825 | FCZ1141733J |
| Dragotinci CP | WS-C3560-24PS | FDO1204X2P7 |
| Drnovo CP | CISCO1812/K9 | FCZ104611W2 |
| Drnovo CP | IE-4010-16S12P | FDO2322J17N |
| Fernetiči CUT | Cisco 1812 | FCZ0948110R |
| Fernetiči CUT | WS-C3650-24PS | FDO2115Z1RL |
| Fernetiči PM CUT | WS-C3650-24PS | FDO1930E0AL |
| Golovec predor | IE-4010-16S12P | FDO2322J4BB |
| Grabonoš CUT | WS-C3650-24PS | FDO2115Q1P8 |
| Gruškovje CUT+Log PC | CISCO892-K9 | FCZ1743C49G |
| Gruškovje CUT+Log PC | WS-C3650-24PS | FDO2211E1PR |
| Hrušica ACB | CISCO1812/K9 | FCZ1207926K |
| Hrušica ACB | WS-C3650-24PS | FDO2115Z1RE |
| Hrušica ACB | WS-C3650-24PS | FDO2218E1JZ |
| Hrušica ACB | WS-C3650-24PS | FDO2218E1JY |
| Hrušica ACB | WS-C3560-24PS | CAT0850N22U |
| Hrušica ACB | WS-C3560-24PS | FDO1132Y37B |
| Kompolje CP | WS-C3560-24PS | FD01209X4U9 |
| Kompolje CP | IE-4010-16S12P | FDO2321J6JN |
| Kozina ACB | C9300-24P | FCW2145G011 |
| Kozina ACB | C9300-24P | FCW2145G00W |
| Krško ACB | WS-C3560-24PS | CAT0850N22X |
| Krško ACB | IE-4010-16S12P | FDO2321J1PT |

| | | |
|-------------------|---|-------------|
| Krtina CP | IE-4010-16S12P | FDO2322J447 |
| Krtina CP | IE-4010-16S12P | FDO2322J447 |
| Ljubljana ACB | C6807-XL, moduli: C6800-XL-3KW-AC,SN: DTM193400SY C6800-XL-3KW-AC,SN: DTM193400T1 C6800-XL-PS-CONV,SN: SMC19416044 C6800-XL-PS-CONV,SN: SMC1942604H C6807-XL-FAN,SN: SMC193660B5 CLK-7600,SN: SMT1932A479 CLK-7600,SN: SMT1932A479 VS-F6K-MSFC5,SN: SAL1941QRWY VS-F6K-MSFC5,SN: SAL1941QRXZ VS-F6K-PFC4,SN: SAL1927JCZE VS-F6K-PFC4,SN: SAL1941QSY3 VS-SUP2T-10G,SN: SAL1941R0RF WS-C6K-VTT-E,SN: SMT1935A102 WS-C6K-VTT-E,SN: SMT1935A211 WS-C6K-VTT-E,SN: SMT1935A644 WS-F6K-DFC4-A,SN: SAL1937P03F WS-F6K-DFC4-A,SN: SAL1941R4AG WS-X6824-SFP,SN: SAL1941R4AG WS-X6848-GE-TX,SN: SAL1937P03F X2-10GB-LR,SN: AXXL149 X2-10GB-LR,SN: AXXL150 | SMC19420021 |
| Ljubljana ACB | WS-C3850-12S | FOC1952U1DT |
| Ljubljana ACB | WS-C3750G-24TS-1U | FOC1112Z79K |
| Ljubljana ACB | WS-C3650-24PS | FDO2115E3D6 |
| Ljubljana ACB | IE-4010-16S12P | FDO2335J6SL |
| Log CP | C9300-24P | FCW2145G00S |
| Logatec ACB | WS-C3560-24PS | FDO1451X276 |
| Logatec ACB | IE-4010-16S12P | FDO2220U0N1 |
| Lopata CUC | WS-C3560-24PS | FDO1330X1SF |
| Maribor ACB | C9300-24P | FCW2351D0TP |
| Maribor ACB | C9300-24P | FOC2351W0MD |
| Maribor CUT | WS-C3650-24PS | FDO2115Q1PA |
| Murska Sobota ACB | CISCO1812/K9 | FCZ104022BU |
| Murska Sobota ACB | WS-C3650-24PS | FDO2138E22F |
| Murska Sobota ACB | WS-C3650-24PS | FDO2152E27R |
| Murska Sobota ACB | WS-C3560-24PS | FDO1138Y4SS |
| Nanos CP | WS-C3850-12S | FOC2137X02D |
| Nanos CP | WS-C3850-24P | FOC2125U1AT |
| Novo mesto ACB | CISCO1812/K9 | FCZ1046218B |
| Novo mesto ACB | WS-C3850-24P | FOC2344X04Y |
| Novo mesto ACB | WS-C3850-24P | FCW2344C021 |
| Obrežje CUT | WS-C3650-24PS | FDO2115Z1RK |
| Pesnica CP | IE-4010-16S12P | FDO2322J4T8 |

| | | |
|-----------------------|----------------|-------------|
| Podtabor PC | WS-C3650-24PS | FDO1132Y35Q |
| Postojna ACB | WS-C3850-12S | FCW2137D02J |
| Postojna ACB | C3850-48P | FOC2124L4KZ |
| Postojna CP | IE-4010-16S12P | FDO2224U0M7 |
| Prepolje CP | IE-4010-16S12P | FDO2321J6J2 |
| Ptuj ACB | WS-C3650-24PS | FDO2152Q1YP |
| Razdrto CP | IE-4010-16S12P | FDO2222U0BD |
| Rebernice PC | C9300-24P | FCW2145L03W |
| Slovenske Konjice ACB | C9300-24P | FCW2145L035 |
| Slovenske Konjice ACB | C9300-24P | FCW2145L031 |
| Šentvid predor | WS-C3560-24PS | FDO1322X2SE |
| Šentvid predor | WS-C3560-24PS | FDO1403R2U6 |
| Tepanje CP | IE-4010-16S12P | FDO2322J49Z |
| Torovo CP | IE-4010-16S12P | FDO2222U0BW |
| Unec CP | IE-4010-16S12P | FDO2419J6NS |
| Videž CP | IE-4010-16S12P | FDO2321J69D |
| Vipava ACB | WS-C3560-24PS | CAT0850N22S |
| Vransko ACB | WS-C3560-24PS | FDO13230ACJ |
| Vransko ACB | C9300-24P | FCW2349C0BD |
| Vransko ACB | C9300-24P | FCW2351C0RX |
| Vransko CP | IE-4010-16S12P | FDO2322J17H |
| Vrhnika CP | IE-4010-16S12P | FDO2224U0N3 |

Slika obstoječih vozlišč:



3.3 Prezemni preizkusi

Ponudnik mora s končnim preizkusom opreme formalno ugotoviti pravilnost projektne rešitve in preveri zmogljivost opreme. Skladno s specifikacijami se ugotavlja s preverjanjem analitičnih podatkov, preizkušanjem opreme in prikazom delovanja. Končni prevzem zajema tudi preverjanje celovitosti dobave opreme in potrditev pravilnosti ter celovitosti dokumentacije.

Osnovni prevzemi in preizkušanja so:

- stroški prevzema opreme morajo biti vključeni v pogodbeni ceni,
- prezemno preizkušanje opreme na objektu,
- preverjanje razpoložljivosti opreme in sistema,
- izvajalec mora po dokončanju izvedbe podatkovnega omrežja izvesti napredna testiranja propustnosti Ethernet /IP omrežja (RFC 2544, EtherSAM, traffic generation, EtherBERT, stress-test) s certificirano merilno opremo, zmogljivosti izvajanja meritev vsaj do 10Gbps.

3.4 Izdelava dokumentacije

Izvajalec mora izdelati vso potrebno dokumentacijo, ki vsebuje:

Načrt za izvedbo mora vsebovati:

- Načrt namestitve komunikacijskih omar in opreme v TK prostore
- Načrt fizične topologije omrežja z vsemi aktivnimi in pasivnimi elementi
- Načrt logične topologije omrežja z IP in MPLS slojem in storitvami
- Konfiguracijske predloge za vso opremo
- Načrt elektroinštalacij za vse lokacije
- Načrt vzpostavitve sistema nadzora in upravljanja
- Načrt migracije obstoječih storitev ter povezava nove in obstoječe opreme, ki je navedena v priloženem popisu obstoječe opreme z zagotovitvijo kompatibilnosti posameznih funkcionalnosti
- Načrt funkcionalnih preizkusov
- Načrt z definiranimi aktivnostmi in terminskim planom izvedbe
- Tehnološki elaborat

Načrt za izvedbo mora pred pričetkom izvedbe potrditi naročnik. Načrt za izvedbo izvajalec izdela v enem tiskanem izvodu in en izvod v elektronski (vektorski) obliki.

Dokumentacijo izvedenih del (PID) dokumentacijo, ki vključuje predpisane mape z :

- Shemami in opisom namestitve opreme
- Shemami fizične topologije
- Shemami in relevantnimi podatki optičnih povezav
- Shemami in opisi logične IP in MPLS topologije ter izvedenih storitev
- Konfiguracije vseh elementov
- PID elektroinštalacij
- Dokumentacijo sistema nadzora in upravljanja
- Zapisniki funkcionalnih preizkusov

Dokumentacijo izvedenih del izvajalec izdela v enem tiskanem izvodu in en izvod v elektronski (vektorski) obliki.

Montažni dnevnik, poročila izvedbe, zapisniki sestankov

Izjavo o lastnostih oz. dokazila o zanesljivosti, protokole in rezultate meritev

Prezemne dokumente in ostalo dokumentacijo po lokacijah

Navodila za obratovanje in vzdrževanje (NOV)

- Načrtom obratovanja s postopki dodajanja elementov v omrežje, postopki kreiranja in ukinjanja storitev, postopki nadgradenj systemske programske opreme in drugimi postopki in navodili potrebnimi za nemoteno obratovanje omrežja
- Postopki prijave in odprave napak, postopki posegov v delujoče omrežje, postopki preventivnih pregledov in drugimi postopki in navodili potrebnimi za vzdrževanje omrežja

3.5 Vzdrževanje

Vzdrževanje obsega vsa dela, ki so potrebna za nemoteno delovanje in zagotavljanje funkcionalnosti sistema v zahtevanih odzivnih časih za 5 let in obsega:

- Odprava napak po pozivu naročnika v zahtevanem odzivnem času
- Pomoč pri reševanju problemov uporabnikov in skrbnikov ter svetovanje glede uporabe vzdrževane programske opreme.
- Preventivno vzdrževanje, kar pomeni kontrolni pregledi, kot jih izvajalec opredeli v navodilih za obratovanje in vzdrževanje.
- Osnovno usposabljanje naročnikovega osebja.
- Nudenje pomoči naročnikovemu osebju (nudenje telefonskih navodil).
- Redni daljinski monitoring naprav, redni nadzor naprav ob uporabi daljinskega dostopa, ki ga izvajalcu omogoči in dovoli naročnik.
- Zamenjava iztrošene oz. okvarjene opreme brez dodatnega stroška.
- Nadgradnje systemske programske opreme v okviru licence z novimi verzijami;
- Zagotavljanje programske podpore, ki vključuje programske popravke in dopolnitve, ter namestitve programskih popravkov ali dopolnitev v primeru, ko je to potrebno zaradi nemotenega delovanja celotnega sistema ali ko takšno namestitev priporoči proizvajalec. Namestitve se predhodno uskladi z naročnikom.
- Za vzdrževano opremo velja tehnična podpora proizvajalca, ki vključuje možnost eskalacije na tretji nivo podpore proizvajalca
- Izvedba nadgradenj systemske programske opreme v okviru licence
- Dokumentiranje in evidentiranje sprememb sistema.
- Storitve programiranja in konfiguracije sistema, dodatno usposabljanje naročnikovega osebja po naročilu naročnika.

Vsa komunikacija v okviru vzdrževanja poteka v slovenskem jeziku.

3.5.1 Odzivni časi

Izvajalec mora imeti organizirano stalno 24-urno dežurno službo vse dni v letu v režimu 24 ur x 365 dni. Vzdrževanje, odpravo napak in motenj opravi izvajalec na podlagi intervencije oziroma prijave napake naročnika.

Izvajalec je dolžan storitev vzdrževanja izvajati znotraj definiranih odzivnih časov:

| Vrsta napake | odzivni čas | čas odprave napake/ implementacije spremembe | čas izvajanja vzdrževanja | tehnična podpora proizvajalca |
|--------------|-------------|---|---------------------------|-------------------------------|
| Kritična | 2 uri | 6 ur | 24 ur x 365 dni | DA |
| Nizka | 16 ur | 40 ur | Delovni čas izvajalca | DA |

Odzivni čas izvajalca je v primerih kritične napake dve (2) uri od prijave napake. Odzivni čas je čas, znotraj katerega je izvajalec dolžan pristopiti k odpravljanju napake.

Intervencija je nujna v primerih kritične napake v delovanju telekomunikacijskega sistema oziroma napake v delovanju kritičnih enot.

Napako izpada opreme mora izvajalec odpraviti v šestih (6) urah od poteka odzivnega časa. Začeta dela se morajo izvesti do konca oziroma se lahko prekinejo samo zaradi opravičljivih vzrokov (npr. višja sila, teža okvare in podobno).

Ostale napake, ki niso kritične, se definirajo kot napake nizke kritičnosti. Odzivni časi so definirani v tabeli.

V primeru napake-okvare, katere je možno odpraviti samo z opremo v servisu, bo izvajalec začasno postavil nadomestno opremo. Vse naštete komponente ali njim ustrezne ekvivalente, ki so predmet vzdrževanja mora imeti izvajalec na razpolago, da z njimi nadomesti okvarjeno opremo v najkrajšem možnem času.

Naročnik napake-okvare javi predstavniku oz. pooblaščenim osebam izvajalca po elektronski pošti navedeni v ponudbi. Kritične napake naročnik lahko javi tudi po telefonu na številko, ki jo ima izvajalec vzdrževanja določeno za prijavo napak.

Naročnikovo sporočilo mora obsegati najmanj naslednje podatke:

- a) identifikacijo osebe, ki javlja napako,
- b) kratek opis napake,
- c) telefonsko številko, na kateri je oseba, ki posreduje zahtevek dosegljiva.

3.5.2 Tehnična podpora proizvajalca

Vzdrževanje zajema tehnično podporo proizvajalca, ki vključuje:

- možnost eskalacije na tretji nivo podpore proizvajalca z definiranim SLA
- pravica do nadgradenj systemske programske opreme v okviru licence,
- zamenjava okvarjene opreme brez dodatnega stroška

Izvajalec je dolžan vzdrževanje opraviti v dogovorjenem obsegu, rokih in kvaliteti tako, da bo poslovanje naročnika čim manj moteno.

Izvajalec je dolžan dela izvrševati strokovno in v skladu s tehničnimi predpisi in navodili proizvajalca sistema.

3.5.3 Osnovno usposabljanje naročnikovega osebja

Ponudnik mora zagotoviti usposabljanje naročnikovega osebja do tri (3) udeležence v obsegu vsaj osem (8) dni za delo na hrbteničnem prenosnem omrežju pri naročniku. Kot dnevi usposabljanja se štejejo dnevi, ko osebje naročnika dejansko sodeluje v izobraževalnem procesu. Izobraževalne teme izbere ponudnik v dogovoru z naročnikom, pokriti pa morajo tematike: optična omrežja, MPLS omrežja, meritve na omrežju, nadzor omrežja, praktično delo z nadzornim sistemom. Ponudnik mora pred pričetkom usposabljanja naročnika seznaniti s programom usposabljanja, vključno s podatki o poteku, trajanju usposabljanja po dnevih ter z vsebinami, ki bodo obdelane na usposabljanju. Ponudnik zagotovi izčrpno dokumentacijo za usposabljanje, ki mora biti na voljo za vsakega udeleženca usposabljanja. Po zaključku usposabljanja vsa ta dokumentacija postane last naročnika. Na koncu usposabljanja vsak od udeležencev prejme certifikat, s katerim izvajalec izobraževanja potrdi usposobljenost udeleženca za oziroma njegovo seznanitev s predstavljenimi vsebinami. Usposabljanje mora potekati v slovenskem jeziku.

3.5.4 Mesečna pripravljenost in odzivnost

Vzdrževanje se bo obračunavalo kot mesečni pavšal.

Vrednost mora zajeti vsa navedena dela vzdrževanja.

Mesečni pavšal mora poleg zgoraj navedenih del vsebovati tudi storitve programiranja in konfiguracije sistema ter dodatno usposabljanje naročnikovega osebja, kar se izvaja po naročilu naročnika - povprečno 4 ure/mesec.

3.6 Nadgradnje

V okviru nadgradnje se po potrebi dobavi, montira in konfigurira dodatne komponente v posamezno vozlišče.

V primeru potrebe po nadgradnji v vozliščih, izvajalec zagotovi dostavo in vgradnjo komponent ali potrošnega materiala. Rok dobave naročene opreme je 21 dni od naročila. Uporabljal bo originalne ali od strani proizvajalca ekvivalentne priporočene komponente.

Nadgradnjo opravi izvajalec na podlagi poziva naročnika. Naročnik zahteve javi predstavniku oz. pooblaščenim osebam izvajalca po elektronski pošti navedeni v ponudbi.

Po prevzemu nadgradnje s strani naročnika se le ta vzdržuje v okviru vzdrževanja.

Za nadgradnje se oprema, material in montaža obračunavajo po cenah za posamezne sestavne dele oziroma komponente, ki bodo navedene v razčlenitvenih tabelah VK1, VK2 in VK3. Tabele VK1, VK2 in VK3 bo izvajalec izpolnil ter priložil v tehnološki elaborat, ki ga bo potrdil naročnik:

Tabela VK1 oz. 2 oz. 3

Skupna vrednost, prikazana v tabeli, mora biti enaka vrednosti, kot jo je ponudnik navedel v ponudbenem predračunu pod posamezno postavko 1 oz. 2 oz. 3, VOZLIŠČE VK-1 oz. 2 oz. 3. V tabelo je potrebno vpisati razčlenjen popis strojne in programske opreme, iz katerega bo nedvoumno razvidno: proizvajalec, model, in količina posameznih ključnih elementov oziroma komponent vozlišča.

| Oprema | | | | | | | |
|--------|--------------|--------------|-----------|----|----------|------------------------|----------------------|
| Poz | Naziv opreme | Proizvajalec | Tip/model | EM | Količina | Cena na EM (brez DDV) | Vrednost (brez DDV) |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Dela | | | | | | | |
| Poz. | Opis dela | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Skupaj brez DDV | |

3.7 Roki izvedbe

Izvajalec se obvezuje, da bo pričel z izvajanjem del z dnem prejema sklenjene pogodbe in jih bo dokončal v skladu z roki, določenimi v posameznih fazah:

1. faza: rok za izdelavo in predajo Načrta za izvedbo s tehnološkim elaboratom, (ki mora vsebovati podrobno specifikacijo opreme, vezalne sheme in načrt PZI elektroinstalacij) v potrditev naročniku je 50 dni od prejema sklenjene pogodbe. Naročnik je dolžan Načrt za izvedbo s tehnološkim elaboratom potrditi ali ga vrniti izvajalcu v dopolnitev oz. uskladitev v roku 20 dni od prejema. Izbrani ponudnik je dolžan dopolnjen oz. popravljen načrt za izvedbo predložiti naročniku v roku 20 dni od prejema pripomb. Po potrditvi načrta za izvedbo s tehnološkim elaboratom s strani naročnika izvajalec prične z izgradnjo in vzpostavitvijo podatkovnega omrežja MPLS.

2. faza: rok za izvedbo podatkovnega omrežja MPLS je 120 dni od potrditve načrta za izvedbo s tehnološkim elaboratom s strani naročnika. Kot zaključek del iz 2. faze šteje vzpostavitev funkcionalnosti podatkovnega komunikacijskega omrežja in izpolnitev ostalih obveznosti, potrebnih za prevzem podatkovnega komunikacijskega omrežja in izpolnitev ostalih obveznosti kar naročnik potrdi z izdajo Zapisnika o prevzemu podatkovnega omrežja MPLS v obratovanje.

3. faza: obdobje vzdrževanja in nadgradnje podatkovnega omrežja MPLS je 5 let od izdaje Zapisnika o prevzemu podatkovnega omrežja MPLS v obratovanje.

4 Obvezne priloge

Ponudnik mora obvezno priložiti naslednje izpolnjene priloge:

- Ponudbeni predračun
- Tabela ustreznosti

Datum: 4.9.2020