

Društvo građevinskih konstruktora Srbije

SIMPOZIJUM 2020

13-15. maj 2021- ARANĐELOVAC

ZBORNIK RADOVA SA NACIONALNOG SIMPOZIJUMA DGKS



U SARADNJI SA



Република Србија
Министарство
просвете, науке и
технолошког развоја

POKROVITELJ



PLATINASTI SPONZORI

Metal **ink** ara

ŠIRBEGOVIĆ®
INŽENJERING

DELTA
REAL ESTATE

baldini
studio

INTERNATIONAL

STRABAG
TEAMS WORK.

PUT INŽENJERING

ZLATNI SPONZORI



ARMONT
LICA ZGRADA

MORAVACEM
A CRH COMPANY

PERI®

ProClub

MG
PRECAST D.O.O.

DNEC

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

624(082)(0.034.2)
69(082)(0.034.2)

ДРУШТВО грађевинских конструктора Србије. Симпозијум 2020 (2021 ; Аранђеловац)
Zbornik radova sa Nacionalnog simpozijuma DGKS [Elektronski izvor] / Društvo
građevinskih konstruktera Srbije, Simpozijum 2020, 13-15. maj 2021, Arandelovac ; [urednici
Zlatko Marković, Ivan Ignjatović, Boško Stevanović]. - Beograd : Univerzitet, Građevinski
fakultet : Društvo građevinskih konstruktera Srbije, 2021 (Arandelovac : Grafopak). - 1 USB
fleš memorija ; 5 x 2 x 1 cm

Sistemska zahtevi: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Radovi na srp. i
engl. jeziku. - Tiraž 200. - Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 978-86-7518-211-5 (GF)

a) Грађевинарство -- Зборници
COBISS.SR-ID 37696777

Izdavač: Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet
Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/I

Suizdvač: Društvo građevinskih konstruktera Srbije
Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

Urednici: prof. dr Zlatko Marković
v.prof. dr Ivan Ignjatović
prof. dr Boško Stevanović

Tehnički urednik: v.prof. dr Jelena Dobrić

Tehnička priprema: doc. dr Nina Gluhović
doc. dr Marija Todorović
Isidora Jakovljević

Gafički dizajn: Tijana Stevanović

Dizajn korica: Tijana Stevanović

Štampa: Grafopak, Arandelovac

Tiraž: 200 primeraka

Beograd, maj 2021.

POVODOM TRIDESETOGODIŠNJICE POSTOJANJA
A ZA NAROČITE ZASLUGE I USPEHE POSTIGNUTE
U RAZVIJANJU I UNAPREĐENJU GRAĐEVINSKOG
KONSTRUKTERSTVA I DOPRINOS UZDIZANJU
STRUČNIH KADROVA

ukazom broj 38 od 29. aprila 1983. godine

PREDSEDNIŠTVO SFRJ

ODLIKOVALO JE

SAVEZ DRUŠTAVA GRAĐEVINSKIH
KONSTRUKTERA JUGOSLAVIJE

ORDENOM RADA SA SREBRNIM VENCEM

Organizacioni odbor Simpozijuma:

prof. dr Zlatko MARKOVIĆ, predsednik,
Lazar MARKOVIĆ, potpredsednik,
v.prof. dr Ivan IGNJATOVIĆ, generalni sekretar,
prof. dr Boško STEVANOVIĆ, sekretar,
prof. dr Đorđe LAĐINOVIĆ, član Predsedništva,
prof. dr Dragoslav STOJIC, član Predsedništva,
v.prof. dr Danijel KUKARAS, član Predsedništva,
v.prof. dr Marija NEFOVSKA-DANILOVIĆ, član Predsedništva,
v.prof. dr Branko MILOSAVLJEVIĆ, član Predsedništva,
v.prof. dr Jelena DOBRIĆ,
doc. dr Selimir LELOVIĆ, član Predsedništva,
doc. dr Milan SPREMIĆ,
doc. dr Nenad FRIC,
doc. dr Marija TODOROVIĆ,
doc. dr Nina GLUHOVIĆ,
doc. dr Igor DŽOLEV,
Dimitrije ALEKSIĆ, član Predsedništva,
Milan GRČIĆ, član Predsedništva,
Branko KNEŽEVIĆ, član Predsedništva,
Miroslav MIHAJLOVIĆ, član Predsedništva,
Đorđe PAVKOV, član Predsedništva,
Darko POPOVIĆ, član Predsedništva,
Duško TOMIĆ, član Predsedništva,
Vedran CAREVIĆ,
Nikola RAJIĆ,
Vladimir ŽIVALJEVIĆ,
Dragan MANOJLOVIĆ.

Naučni odbor Simpozijuma:

prof. dr Mark ALEXANDER (Južnoafrička Republika),
prof. dr Dubravka BJEGOVIĆ (Hrvatska),
prof. dr Svetlana BRZEV (Kanada),
prof. dr Meri CVETKOVSKA (Severna Makedonija),
v. prof. dr Jelena DOBRIĆ (Srbija),
prof. dr Radomir FOLIĆ (Srbija),
prof. dr Leroy GARDNER (Engleska),
dr Dick HORDIJK (Holandija),
v. prof. dr Ivan IGNJATOVIĆ (Srbija),
prof. dr Tatjana ISAKOVIĆ (Slovenija),
prof. dr Miloš KNEŽEVIĆ (Crna Gora),
prof. dr Đorđe LAĐINOVIĆ (Srbija),
prof. dr Jože LOPATIČ (Slovenija),
prof. dr Duško LUČIĆ (Crna Gora),
prof. dr Snežana MARINKOVIĆ (Srbija),
prof. dr Zlatko MARKOVIĆ (Srbija),
prof. dr Goran MARKOVSKI (Severna Makedonija),
v. prof. dr Branko MILOSAVLJEVIĆ (Srbija),
prof. dr Primož MOŽE (Slovenija),
v. prof. dr Marija NEFOVSKA-DANILOVIĆ (Srbija),
prof. dr Radenko PEJOVIĆ (Crna Gora),
prof. dr Mira PETRONIJEVIĆ (Srbija),
prof. dr Vlastimir RADONJANIN (Srbija),
prof. dr Boško STEVANOVIĆ (Srbija),
prof. dr Dragoslav STOJIĆ (Srbija),
prof. dr Milan VELJKOVIĆ (Holandija),
prof. dr Mirjana VUKIĆEVIĆ (Srbija),
v. prof. dr Zlatko ZAFIROVSKI (Severna Makedonija),
prof. dr František WALD (Češka Republika),

Zafirovski Zlatko¹, Uzunov Nikola²

SANACIJA HIDRO-TEHNIČKOG TUNELA SASA, PRIMENOM TEHNOLOGIJE I MATERIJLA PREMA STANDARDU EN1504

Rezime:

Hidrotenički tunel Sasa se nalazi u okviru istoimenog rudnika za olovo i cink, u blizini grada Makedonska Kamenica. Tunel je dužine 1925m i u funkciji je od 1975 godine, u kom periodu je konstantno izložen agresivnim uticajima hemiske i mehaničke prirode. 2016 godine započeti su radovi na rehabilitaciji tunela, prema projektu koji je izradio GF Skopje, u skladu sa Evropskim standardima za sanaciju i zaštitu betonskih konstrukcija EN1504. Tema ovog rada je da se prezentiraju metodologija i materijali primenjeni za sanaciju tunela Sasa.

Ključne reči: Hidrotenički tunel, Sasa, Beton, Izloženost, Sanacija, EN1504,

REPARATION OF HYDRO-TECHNICAL TUNNEL SASA, USING TECHNOLOGY AND MATERIALS ACCORDING TO EN1504

Summary:

Hydro-technical tunnel Sasa, is part of a lead and zinc mine, near the town of Makedonska Kamenica. Tunnel is 1925m long, and it is functioning since 1975 year. During this period, tunnel structure is constantly exposed to aggressive influences from chemical and mechanical nature. In 2016 reparation activities are conducted for rehabilitation of the tunnel, according to the project designed by GF Skopje, and according to European standards for reparation and protection of concrete EN1504. Topic of this work is to present methodology and materials used for reparation of the tunnel Sasa.

Key words: Hydro-technical tunne, Sasa, Concrete, Exposure, Reparation, EN1504

¹ PhD, Civ. Eng, Associate Professor, University „Ss. Cyril and Methodius“, Faculty of Civil Engineering – Skopje, Republic N. Macedonia; zafirovski@gf.ukim.edu.mk

² M.Sc. Civil engineer, ADING AD Skopje, Republic N. Macedonia, uzunov@ading.com.mk

1. UVOD

Tunel Sasa predstavlja kompleksni hidrotehnički objekat koji se nalazi u okviru istoimenog rudnika za olovo i cink. Sama konstrukcija nosive podgrade tunela razlikuje se u različitim delovima zbog različite geologije stene i intenziteta prodiranja vode. Razlikuju se:

- Delovi bez podgrade (samo stenska masa)
- Segmenti sa primarnom podgradom (ankeri i mlazni beton)
- Segmenti sa primarnom podgradom i sekundarnom podgradom (AB konstrukcija)

Zbog dugotrajne izloženosti na agresivne uticaje hemiske i mehaničke prirode, betonska konstrukcija tunela u nekim delovima je pretrpela značajna oštećenja zbog čega je bilo neophodno da se preduzmu mere sanacije i zaštite konstrukcije. 2016 godine započeti su radovi na rehabilitaciji tunela, prema projektu koji je izradio GF Skopje. Projekat sanacije je u potpunosti izrađen u saglasnosti sa Evropskim standardom za sanacije i zaštitu betonskih konstrukcija EN1504 koji obuhvata:

- Vršenje opsežnih ispitivanja betona i konstrukcije, geo-mehanička ispitivanja, hidrološka ispitivanja, hemiska ispitivanja vode, itd
- Identifikovanje uzroka oštećenja konstrukcije
- Uvrđivanje stanja betonske konstrukcije
- Određivanje cilja sanacije
- Uvrđivanje principa i metodologije sanacije i zaštite betonske konstrukcije u saglasnosti sa EN1504
- Izbor materijala i metodologije sanacije-zaštite konstrukcije
- Uvrđivanje mera za zaštitu pri radu i zaštitu životne sredine

1.1. OPIS ZATEKNUTOG STANJA OBJEKTA

Izvršena ispitivanja ukazuju na različiti stepen oštećenja nosive konstrukcije tunela i kanala za sprovođenje vode. Dodatno, u nekim delovima tunela postoje značajni aktivni prodori vode kroz pukotine u betonu.

Konstrukcija, profil i obloga kanala za sprovođenje vode takođe se razlikuje u različitim sektorima gde se nalazi betonska obloga koja ima različiti stepen oštećenja, ili obloga od granita i prethodno sanirani segmenti.



Slika 1 - Oštećenja kanala za sprovođenje vode

2. METODOLOGIJA SANACIJE TUNELA “SASA”

2.1. CILJ SANACIJE

Utvrđeno stanje objekta ukazuje da u trenutku vršenja uviđaja stabilnost konstrukcije nije ugražena, ali da je njegova funkcionalnost smanjena zbog gubitka vode (oštećeni vodo-nosivi kanal) i zbog nekontrolisanog prodiranja vode kroz zidova tunela.

Utvrđena oštećenja betonske konstrukcije imaju tendenciju sve većeg smanjenja nosivosti konstrukcije, i ukoliko se pravovremeno ne saniraju, mogu da prouzrokuju kolaps nekih delova tunela i gubjenje njegove funkcionalnosti - što ne sme da se dozvoli zbog značaja tunela za funkcionisanje rudnika SASA i jalovišta za prerađenu rudu.

Imajući u obzir ekološki i privredni značaj objekta, njegovo sadašnje stanje i očekivani uticaji u toku buduće eksploatacije, usvojeno rešenje sanacije mora u potpunosti da vrati izgubljenu nosivost i funkcionalnost konstrukcije i da spreči značajne gubitke vode kroz kanal i značajne prodore vode kroz betonske zidove tunela. Sanirana konstrukcija potrebno je da se zaštiti od agresivnih uticaja sredine primenom adekvatnih materijala za zaštitu betona, i da se utvrdi plan monitoriranja konstrukcije i redovnog obnavljanja zaštitne obloge.

2.2. IZBOR PRINCIPA I METODA SANACIJE I ZAŠTITE KONSTRUKCIJE

Sanacija i zaštitna betonskih konstrukcija je kompleksna problematika koja obuhvata primenu specijalizovanih materijala i tehnologije, koje su tačno definisane i sistematizovane u Evropskom standardu EN1504, preko utvrđenih Principa i Metoda Sanacije-Zaštite konstrukcije.

Za sanaciju različitih pozicija i oštećenja betonske konstrukcije u tunelu Sasa, primenjeni su sledeći Principi i Metode definisani u EN1504-9:

Tabela 1 - Princip sanacije-zaštite betonskih konstrukcija i Primenjene metode

Princip sanacije-zaštite betonskih konstrukcija		Primenjene metode	
1	Zaštita od prodora	1.2	Impregnacija
		1.3	Premaz (coating)
		1.4	Površinsko bandažiranje pukotina
		1.5	Popunjavanje pukotina
		1.6	Transformacija pukotina u dilatacije
2	Kontrola vlažnosti	2.2	Impregnacija
		2.3	Premaz (coating)
3	Reparacija betona	3.1	Ručno nanošenje maltera
		3.2	Reprofiliranje betonom ili malterom
		3.3	Prskanje betona ili maltera (Shotcrete)
4	Pojačanje konstrukcije	4.1	Dodavanje-zamena armature
		4.4	Dodavanje maltera ili betona
		4.5	Popunjavanje pukotina, spojeva, šupljina
		4.6	Injektiranje pukotina, spojeva, šupljina
5.6	Povećanje fizičke otpornosti Povećanje hemiske otpornosti	5/6.1	Impregnacija
		5/6.2	Premaz (coating)
		5/6.3	Dodavanje maltera ili betona

Princip sanacije-zaštite čelične armature od korozije		Primenjene metode	
7	Vraćanje pasivnosti	7.1	Povećanje zaštitnog sloja iznad armature
		7.2	Zamena kontaminiranog/karboniziranog betona
8	Povećanje otpornosti	8.2	Impregnacija
		8.3	Premaz (coating)
11	Kontrola anodnih površina	11.1	Aktivni zaštitni premaz

2.3. IZBOR MATERIJALA I FAZE SACIJE

Navedeni Principi i Metode sanacije predviđaju upotrebu sanacionih materijala koji u zavisnosti od stepena oštećenja i izloženosti konstrukcije omogućuju vraćanje oštećene AB konstrukcije u prvobitno stanje funkcionalnosti i nosivosti, kao i adekvatnu zaštitu armature u daljem periodu eksploatacije objekta. U zavisnosti od toga za koji se Princip/Metodu sanacije koriste, reparacioni materijali moraju da zadovolje određene kriterijume performansi u saglasnosti sa standardom EN 1503-3.

Tehnologija izvođenja sanacije HTO tunela SASA:

- Faza 1 : Obezbeđivanje uslova za izvršenje sanacionih radova u tunelu, mere bezbednosti i zaštite životne sredine.

Sa ciljem da se obezbede uslovi za neprečeno i bezbedno odvijanje sanacionih radova u tunelu, bilo je neophodno da se voda sprovede kroz sistem cevi postavljene kroz tunel, koje su postavljene na način da ne ometaju izvršenje radova. Voda je prihvaćena izgradnjom privremenog "zagata". Sistem za sprovođenje vode je bio dimenzioniran na način da je obezbeđeno prihvatanje i sprovođenje kompletne vode koja može da se javi u tunelu.

Materijali koji su primenjeni za sanaciju-zaštitu tunela su odabrani uzimajući u obzir da njihov uticaj na životnu sredinu nema štetnih posledica. Dominantno su korišćeni materijali na bazi cementa i vodo-rasvorivih polimera.



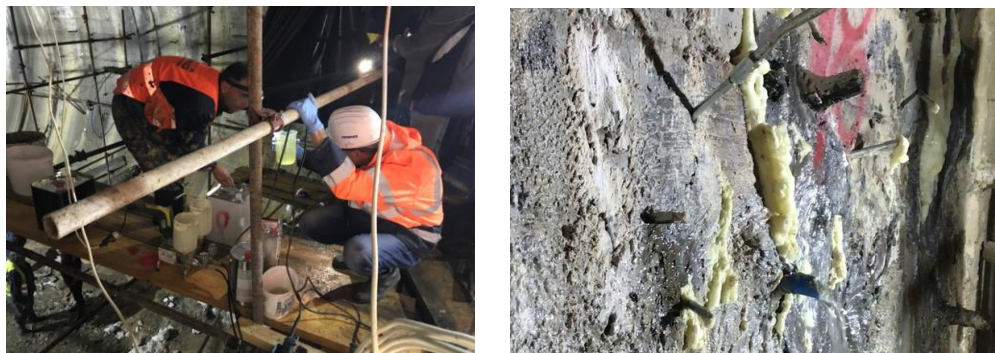
Slika 2 - Sistem za sprovođenje vode kroz tunel

- Faza 2: Zaustavljanje aktivnih prodora vode u tunelu, injektiranje.

Aktivni prodori vode u nekim sekcijama tunela (gde je infiltracija bila najveća), su sanirani na način da se voda prihatala i sprovela u glavni tok vode kroz tunel.

U nekim sekcijama gde su spoljašni hidrostatski pritisak i prodori bili slabijeg intenziteta, bilo je predviđeno da se prodori saniraju injektiranjem smole na poliuretanskoj bazi koja u kontaktu sa vodom brzo i intenzivno ekspandira. Primenena je 2-komponentna smola PUR-O-STOP FS, proizvodnjaj firme TPH GmbH, koja vezivanje počinje u roku od 30 sekundi nakon mešanja komponenti i kontakta sa vodom. Nakon vezivanja, smola formira nerastvorljiv materijal visoke čvrstoće (do 70MPa), koji zatvara šupljine i kaverne u betonu, sprečava prodor vode i ojačava konstrukciju – prema standardu EN1504-9 Princip 4 Pojačanje konstrukcije, Metoda 4.6 Injektiranje pukotina, spojeva, šupljina.

Injektiranje se vrši pomoću metalnih pakera koji se postavljaju u beton i “cementiraju” brzo-vezujućim cementnim malterom Ubrzivač-Č. Koristi se Injektor za 2-komponentne materijale (opremljen za dva nezavisna rezervatra za dve komponente). Pritisak injektiranja varira od 5-100 Bar, u zavisnosti od protoka vode, širine pukotina i čvrstoće samog betona.



Slika 3 - Injektiranje aktivnih prodora vode PUR-O-STOR FS

- Faza 3: Sanacioni radovi, priprema betonske podloge, reprofiliranje.

Najveća oštećenja konstrukcije javljaju se na dnu tunela, u korito kroz koje protiče voda. Na tim sekcijama bilo je neophodna konstruktivna sanacija – reprofiliranje reparaturnim malterom visoke čvrstoće i otpornosti na habanje (abraziju vode i čvrstog materijala koji voda nosi).

Za navedenu poziciju je specijalno dizajniran i primenjen materijal EKSMAL 16 SASA, proizvodnja firme ADING Skopje, gotovi reparaturni beton, na bazi cementa i polimera. EKSMAL 16 SASA je sertifikovan prema najvišoj klasi materijala za konstruktivne sanacije R4, ima čvrstoću na pritisak iznad 50MPa, kompenzirano skupljanje I atheziju iznad 2,0 MPa. Maksimalna frakcija agregata je 16mm, magmatskog porekla, izabran na način da ima visoku otpornost na habanje. Gotovi beton EKSMAL 16 SASA, ima otpornost na habanje koje odgovara klasi izloženosti XM3.

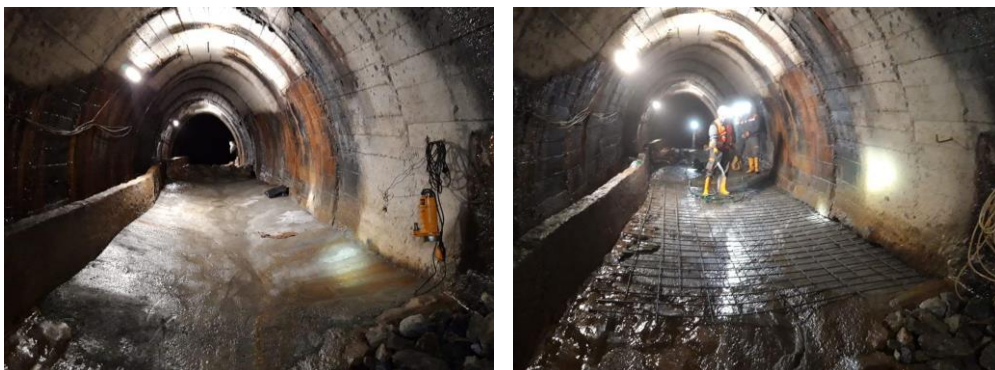
Tabela 2 - Xm1-Xm3 izloženost površine betona na habanje (mehanička abrazija)

Dopuna standarda EN206 u saglasnosti sa Makedonskim nacionalnim standardom MKS 1016:2018			
XM1 – Umereno opterećenje	Industriski betonske površine izložene saobraćaju vozila sa pneumaticima		
XM2 – Teško opterećenje	Industriski betonske površine izložene saobraćaju viljuškara sa pneumaticima Visoko-frekfentni putevi lakog i srednjeg opterećenja Konstrukcije u vodi koja brzo teče		
XM2 – Ektremno opterećenje	Industriski betonske površine izložene saobraćaju viljuškara sa čeličnim i elastomernim točkovima Visoko-frekfentni putevi teškog opterećenja Konstrukcije u vodi koja brzo teče I nosi pesak		
ZAHTEVI ZA SASTAV I PERFORMANSE BETONA IZLOŽENOG NA HABANJE (MEHANIČKU ABRAZIJU)			
Klasa izloženost betona	XM1	XM2	XM3
Max W/C	0,55	0,50	0,45
Min. klasa čvrstoće	C30/37	C30/37	C35/40
Min. količina cementa (kg/m ³)	320	340	360
Min. klasa otpornosti na habanje (A)	A-1	A-2	A-3

Tabela 3 - Otpornost površine betona na habanje (A) testira se metodom Böhme abrasion test method, EN 1340 – preko količine izgubjenog brusnog praha tokom testiranja. Betonska površina se smatra da je otporna na habanje ukoliko je količina dobijenog brusnog praha od betona (cm³/50cm²) tokom ispitivanja ne prevazilazi granične vrednosti

Klasa izloženosti	Zahtevana klasa otpornosti na habanje	Gornja granična vrednost habanja	Dozvoljeno odstupanje
XM1	A1	20	+5
XM2	A2	17	+4
XM3	A3	14	+3

Novi reparaturni beton EKSMAL 16 SASA, dodatno je armiran i povezan sa podlogom čeličnim ankerima. Sanacija e izvršena prema standardu EN1504-9, Princip 3 Reparacija betona, Metoda 3.2 Reprofiliranje betonom ili malterom; Princip 4 Pojačanje konstrukcie, Metoda 4.1 Dodavanje-zamena armature, Metoda 4.4 Dodavanje maltera ili betona.



Slika 4 - Reprofiliranje reparaturnim malterom visoke čvrstoće i otpornosti na habanje EKSMAL 16 SASA

Oštećenje betonske konstrukcije na zidovima i kaloti tunela sanirani su polimer-cementnim reparaturnim malterom za sanacije REPARATUR MALTER-F. Izložena armatura je zaštićena od korozije primenom zaštitnim premazom REPARATUR PENETRAT.

Sanacija e izvršena prema standardu EN1504-9 Princip 3 Reparacija betona, Metoda 3.1 Ručno nanošenje maltera; Princip 7 Vraćanje pasivnosti, Metoda 7.1 Povećanje zaštitnog sloja iznad armature, Metoda 4.4 Dodavanje maltera ili betona; Princip 11 Kontrola Anodnih površina, Metoda 11.1 Aktivni zaštitni premaz.

2.4. ZAŠTITA SANIRANE KONSTRUKCIJE

Nakon završenih sanacionih radova, betonska konstrukcija tunela je dodatno zaštićena od hemiskih uticaja I agresije. Za zaštitu konstrukcije na dnu-koritu HTO tunela, primenjen je 2k premaz (coating) na bazi oksidne smole ADINGPOKS 1. Njegovom primenom, pored hemiske zaštite betona, dodatno e vrši povećanje mehaničke čvrstoće I otpornosti na habanje njegove površine.

Zaštita sanirane betonske konstrukcije u HTO tunelu izvršena prema standardu EN1504-9 Princip 1 Zaštita od prodora; Princip 5 Povećanje fizičke otpornosti; Princip 6 Povećanje hemiske otpornosti; Metoda: Premazivanje (coating).

3. ZALJUČAK

Sanacije betonskih konstrukcija su generalno kompleksni inženjerski projekti, koji zahtevaju prethodna ispitivanja konstrukcije, utvrđivanje stanja i uzroka degradacije, plan i projekat sanacionih radova, izbor materijala i tehnologije ugradnje, planiraje monitoringa i održavanja konstrukcije tokom buduće eksploatacije objekta, planiranje mera zaštite tokom izvođenja radova i mere zaštite životne sredine. Primenom Evropskih normi EN1504 omogućuje se sistematizacija kompletnog procesa sanacije, metodologije izvođenja, previlni odabir materijala, itd.

Sanacija dela HTO tunela SASA, je uspešno izvedena implementiranjem motodologije opisane u standardu EN 1504 i pretstavja primer za buduće projekte sanacije inženjerskih i HTO

objekata. Proizvodnja specijaliziranih materijala za sanacije i njihova sertifikacija prema Evroskim normama je takođe ključna za uspešnost sanacije i trajnost saniranog objekta.

REFERENCE

- [1] Construction design of the “Saska” river diversion tunnel, stage II, Faculty of Civil Engineering, Skopje, 2006.
- [2] As built design of the “Saska” river diversion tunnel (stage II), Faculty of Civil Engineering, Skopje, 2008.
- [3] Geodetic report on the surveys conducted for special purposes, Geomer, Delcevo, 2009.
- [4] Partial – technical solution for the accompanying facility of the diversion collector “Velkovski stream” /*shaft – diversion tunnel*/ after raising the “New TSF” of Sasa mine – M. Kamenica – stage I, above elevation 990.0 m, Mine institute “Zavod PMS”, Skopje, 2000.
- [5] Construction report on completed activities aimed at rehabilitation of the damaged sections of collector no. 6 between survey marks 0+90 and 0+120 at the lead and zinc mine “Sasa” – M. Kamenica, RE-KO Inzenering, 2007.
- [6] Main design on rehabilitation of a section of the “Saska” river diversion tunnel at survey mark 0+970–1+140.5, Civil Engineering institute “Makedonija”, Skopje, 2005.
- [7] Tehničke mere za rehabilitaciju uhidrotehnički tunel na Saska reka – M. Kamenica , Zlatko Zafirovski, Milorad Jovanovski, Vasko Gacevski, 15-ti Kongres DGKS Zaltibor, Srbija 2018
- [8] Ading sistemi i tehnologije za sanaciju i zaštitu armirano-betonskih konstrukcija, u skladu sa evropskim standardom EN 1504, Ading AD Skopje, 2019