

ISKUSTVA DESETOGODIŠNJE EKSPLOATACIJE PODZEMNE I U MORE URONJENE TS 10(20)/0,4 kV "FORTIN" U TROGIRU

Ivo Santica, Split

UDK 621.311.4
STRUČNI ČLANAK

Dana su desetogodišnja iskustva eksploatacije TS 10(20)/0,4 kV "Fortin", podzemne izvedbe u Trogiru. Takav i slični tipovi TS 10(20)/0,4kV izvode se ondje gdje nema uvjeta za izgradnju klasičnih tipova TS, jer nema prostora ili se često radi o potrebi zaštite objekata i ambijenta povijesno-kulturnog značenja.

Ključne riječi: podzemna vodonepropusna izvedba TS, povijesna gradska jezgra, spomenička baština.

1. UVOD

Da bi se broj tipova distribucijskih transformatorskih stanica smanjio, a time pojednostavnila njihova izgradnja, Hrvatska elektroprivreda, Direkcija za distribuciju utvrđuje gransku normu oznake N 012.01, klasifikacijski broj 4.02/92., naziva "Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV 630 kVA - kabela izvedba".

Uvjetima je definirana jednopolna shema TS, iz čega slijedi definicija elektromontažnog i građevinskog dijela transformatorske stanice.

Baš u godini donošenja granske norme (1992.) projektira se, a zatim i gradi TS 10(20)/0,4kV "Fortin" snage 630 kVA u Trogiru.

Netipičnost rješenja u ovom slučaju očituje se u zahtjevu da transformatorska stanica bude podzemna, a



Slika 1. TS 10(20)/0,4 kV "Fortin" - fotografija izgrađene TS

lokacijom uz morsku obalu ona postaje i “podmorska”.

Izgradnja je koncipirana na principu uronjene vodonepropusne kade u koju je pristup omogućen preko pokrovnog dijela, kako za montažu opreme tako i za upravljanje i održavanje.

Ventilacija je prirodna, a elektrooprema standardna, odnosno tipska.

Upravo desetogodišnje iskustvo u eksploataciji ovakvog objekta obvezuje nas na iznošenje određenih stavova.

2. UVJETI UREĐENJA PROSTORA, 1992. GOD. (UVJETI KOJI SU ODREDILI GRAĐEVINSKU KONCEPCIJU OBJEKTA)

REPUBLIKA HRVATSKA
OPĆINA TROGIR
SEKRETARIJAT ZA GOSPODARSTVO
ODJEL ZA URBANIZAM, GRAĐEVINARSTVO I
STAMBENO-KOMUNALNE POSLOVE

Trogir, 29.4.1992. god.

UVJETI UREĐENJA PROSTORA
KLASA: 350-05/91-01/236
URB. BROJ: 2184-05-03/1-92-1

I-A-PODACI IZ PROSTORNIH PLANOVA

- ZEMLJIŠTE SE NALAZI: u granicama zahvata PUP-a povijesne jezgre Trogira (“Sl. gl. općine Trogir” br.3/90. i 7/91.).
- ZA ZEMLJIŠTE SE ODREĐUJE REŽIM KORIŠTENJA: zaštitno zelenilo – park.
- ZA ZEMLJIŠTE SE ODREĐUJU UVJETI UREĐENJA PROSTORA: urbanističko – tehnički uvjeti za izgradnju **ukopane trafo-stanice 10/0,4 kV “FORTIN”** s priključnim kabelom.

B – URBANISTIČKO-TEHNIČKI UVJETI

:
:
:

- objekt će se smjestiti u OTVORENOM načinu gradnje kako je označeno u situaciji u mj. 1:500 **ukopan pod zemljom**.
- visina objekta je –4,20 (ukopana 3,40 m, a iznad zemlje 0,80 m).

Pokrov TS oplemeniti hortikulturno, a u širini dijela klupe do rubnjaka popločiti kamenim pločama. Kod izgradnje objekta maksimalno respektirati postojeće zelenilo, a nakon izgradnje okoliš dovesti u prvobitno stanje. Oko objekta zasaditi grmoliko raslinje. Dio konstrukcije vidljiv, iznad zemlje, obložiti kamenom.

3. TEHNIČKI OPIS (PRILOG UZ ELEKTROMONTAŽNI DIO PROJEKTA)

TS 10/0,4 kV “Fortin” locirana je u parku uz staru gradsku jezgru Trogira. Prema urbanističkim uvjetima izdanim od općine Trogir, transformatorsku stanicu je potrebno ukopati. Ulaz u ovako ukopan objekt moguć je samo kroz gornju pokrovnju ploču.

Zbog neposredne blizine mora i karakteristika terena posebnu pažnju obratiti na način gradnje objekta i vodonepropusnost izvedbe.

Jednopolna shema odgovara jednopolnoj shemi tipske TS (2 VP 10 kV i TrP 10 kV + 8 VP NN), s tim da je razmještaj opreme nešto drukčiji, što je proizašlo iz građevinskog zahtjeva za minimalnim dimenzijama i kvadratnim tlocrtom transformatorske stanice.

Kod montaže krupne opreme smanjene dimenzije uvjetuju pojedinačno unošenje VN ormara i naknadno povezivanje i montažu sabirnica unutar TS.

4. TEHNIČKI OPIS (PRILOG UZ GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI DIO PROJEKTA)

TS 10/0,4 kV “Fortin” locirana je na čestici zemljišta br. 4240/4 K.O. Trogir predio “Park Fortin”. Kako se zemljište nalazi u granicama zahvata PUP-a povijesne jezgre Trogira, a režim korištenja zemljišta je dan kao zaštitno zelenilo – park, prišlo se je izradi projektne dokumentacije za ukopanu transformatorsku stanicu, da bi se što manje narušio ambijentalni izgled.

Ulaz u stanicu je projektiran preko otvora u pokrovnoj ploči koji se zatvara limenim poklopcem površinski obrađenim ugladenim kulirom. Poklopac ima mehanizam za olakšano otvaranje kao i bravu za zaključavanje u zatvorenom i otvorenom položaju.

Preko otvora u ploči dimenzija 2,05x2,05 m, koji se pokriva montažno – demontažnom armirano betonskom pločom, unose se svi elementi postrojenja. Ventilacija je prirodna preko otvora ispod montažno – demontažne ploče gdje je izlaz zraka, odnosno posebnog kanala za ulaz zraka. U prilogu projekta dana je i tehnologija izrade koje se izvođač treba strogo pridržavati.

5. GEOTEHNIČKO IZVJEŠĆE

Istražne geotehničke radove napravio je Institut građevinarstva Hrvatske – poslovni centar Split.

Ispitivanje terena na predmetnoj lokaciji izvedeno je sondiranjem tla motornom bušačom garniturom.

Zaključak ispitivanja:

- Općenito: Lokacija se nalazi pored stare gradske jezgre Trogira, sa sjeverne strane, uz kanal u park-šumi. Ista nije povoljna za gradnju što potvrđuje i višestoljetno izbjegavanje izgradnje na tom prostoru.

Istražni radovi su potvrdili da je temeljno tlo dubine 6,5 metara izrazito loših geotehničkih osobina. Osim toga nivo podzemnih voda u izravnom je dodiru s morem i zavisi o visini plime i oseke. Ne poznavajući apsolutnu kotu lokacije samo se utvrđuje trenutni relativni odnos između površine terena i nivele mora od $-0,80$ m.

2. Duboko temeljenje ili ukopani objekt: Iskop za građevinsku jamu u mulju ispod nivoa vode nije moguće izvesti bez zaštitne građevinske jame.

Za građevinsku jamu potrebno je izraditi poseban projekt.

U jamu izvedenu pod zaštitom, moguće je spustiti vodonepropusnu kadu gabarita potrebnih za elekromontažni dio TS.

Ukoliko se investitor odluči za ovakvu vrstu temeljenja potrebno je načiniti detaljan tehnološki projekt i proračun objekta da ne bi došlo do eventualnog istiskivanja istog zbog veličine uzgona. Prilikom ovakvog načina temeljenja potrebno je iskop izvoditi bez sniženja vode u građevnoj jami, da ne dođe do hidrauličkog sloma tla na dnu jame.

3. Nivoi podzemne vode kao funkcija nivoa mora: Najbliži moreograf nalazi se na lokaciji Split-rt Marjana. Za ovaj moreograf postoje obrađeni podaci za vremenski period od 1954. – 1983. godine. Kota "0" (nule) ovog moreografa iznosi $-0,44$ m.n.m. i to je apsolutna geodetska kota. U promatranom periodu na ovom je moreografu zabilježena maksimalna visi-

na mora od $+160$ cm, što u apsolutnoj koti iznosi $+1,16$ m. n. m.

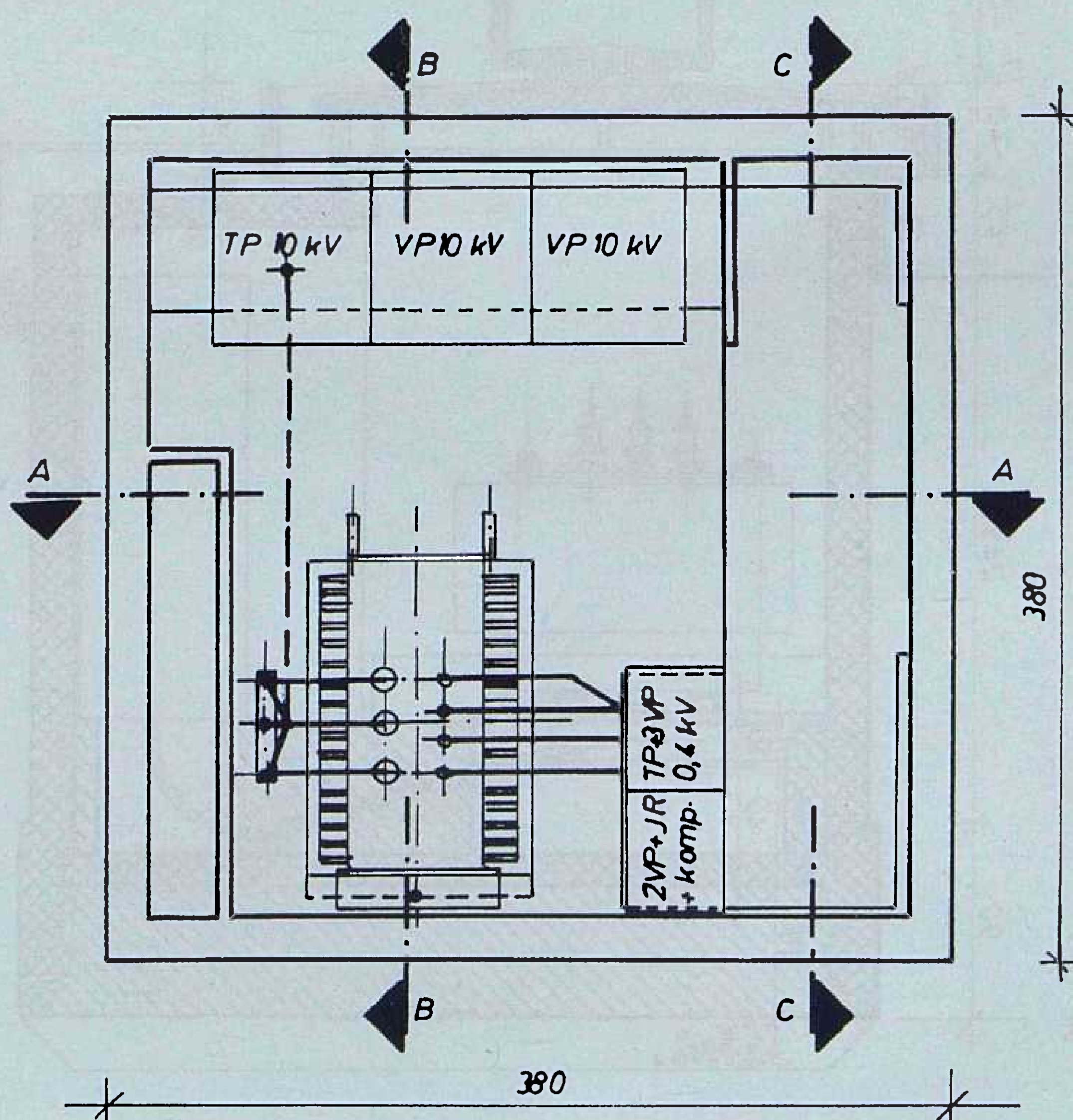
Iz tog razloga predlažemo da pri proračunu objekta upuštenog u tlo proračun uzgona bude proveden na apsolutnu kotu nivoa podzemne vode od $1,20$ m. n. m. što bi objekt trebalo zaštititi od neželjenog djelovanja uzgona.

6. TEHNOLOGIJE IZVEDBE OBJEKTA

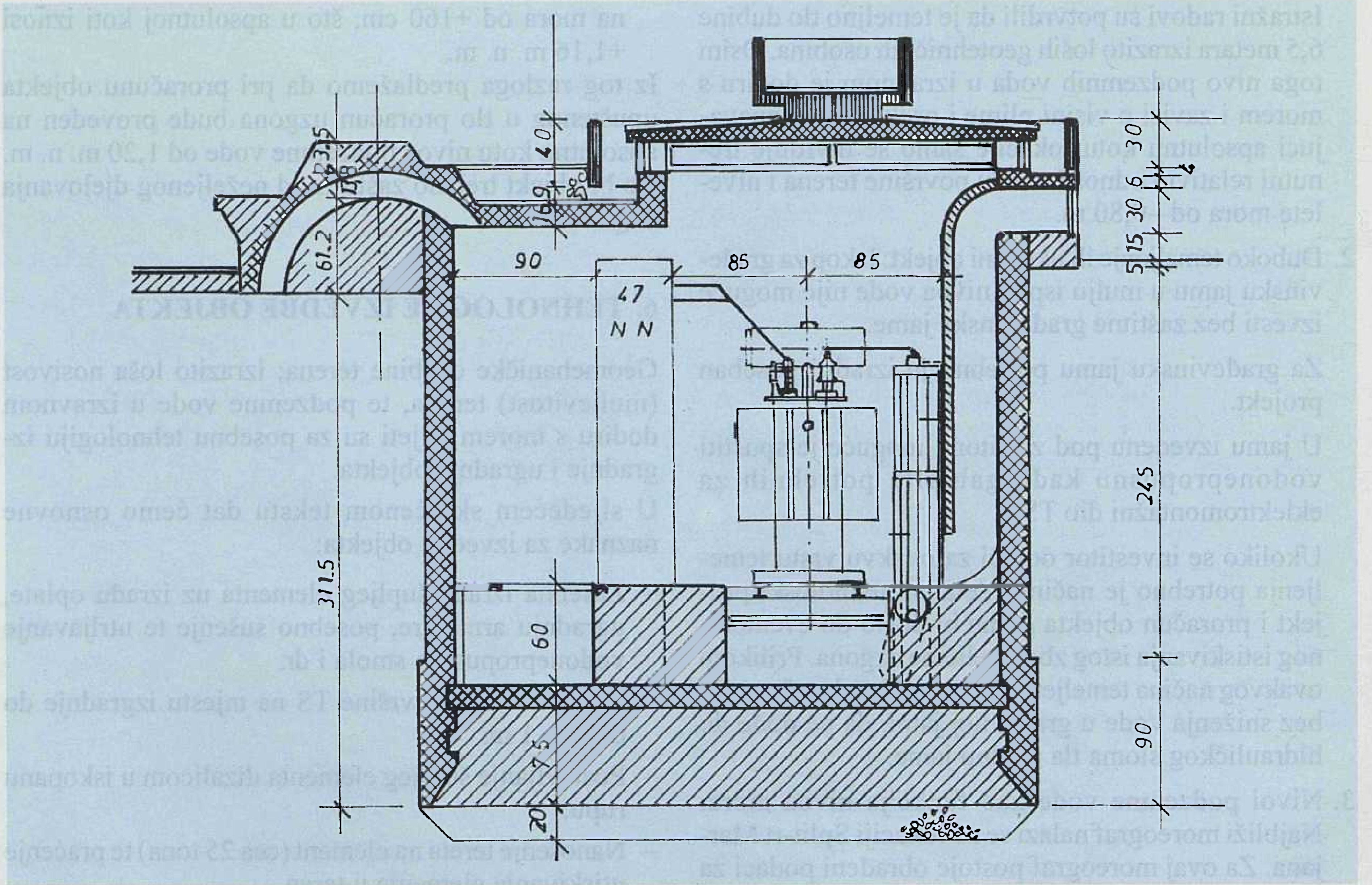
Geomehaničke osobine terena; izrazito loša nosivost (muljevitost) terena, te podzemne vode u izravnom dodiru s morem uvjeti su za posebnu tehnologiju izgradnje i ugradnje objekta.

U sljedećem skraćenom tekstu dat ćemo osnovne naznake za izvedbu objekta:

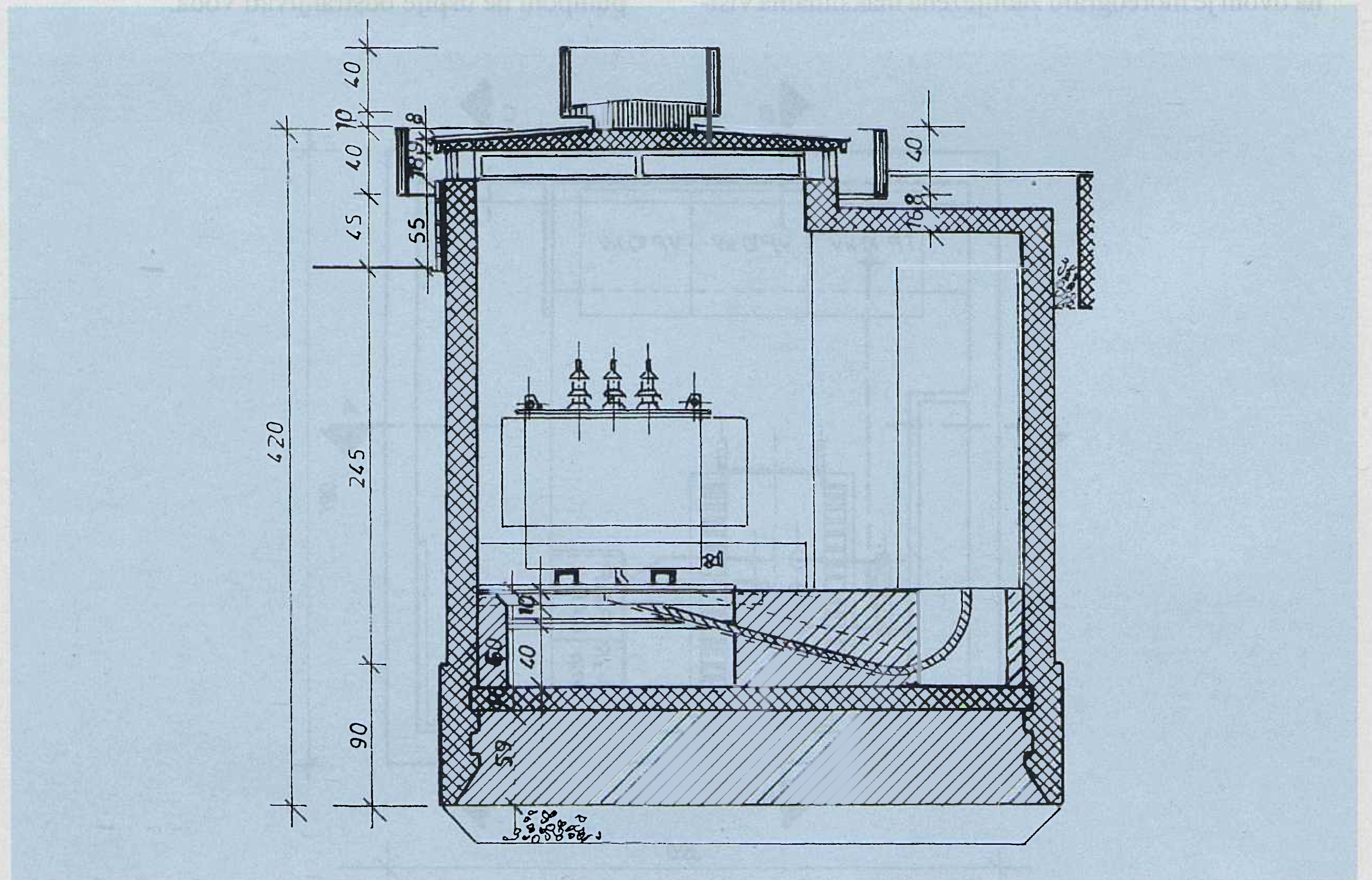
- Zasebna izrada šupljeg elementa uz izradu oplata, ugradnju armature, posebno sušenje te utrljavanje vodonepropusnih smola i dr.
- Iskop tlocrtne površine TS na mjestu izgradnje do dubine 1 m.
- Postavljanje šupljeg elementa dizalicom u iskopanu rupu.
- Nanošenje tereta na element (cca 25 tona) te praćenje utiskivanja elementa u teren.
- Izvlačenje materijala iz šupljeg dijela elementa.
- Temeljenje elementa uz pomoć ronioca ako se pumpom ne uspije odstranjivati voda.



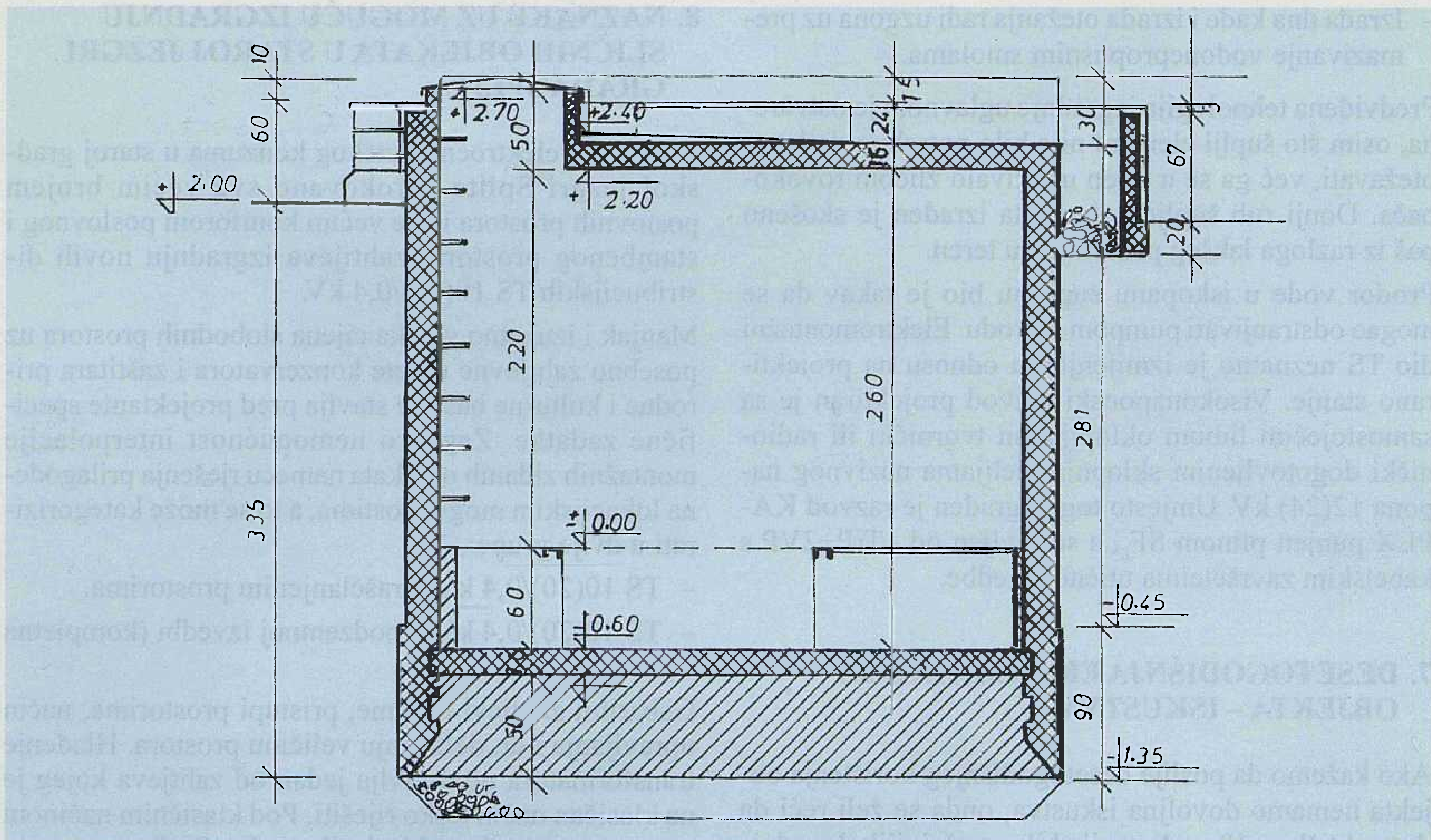
Slika 2. Tlocrtno rješenje TS 10(20)/0,4 kV "Fortin"



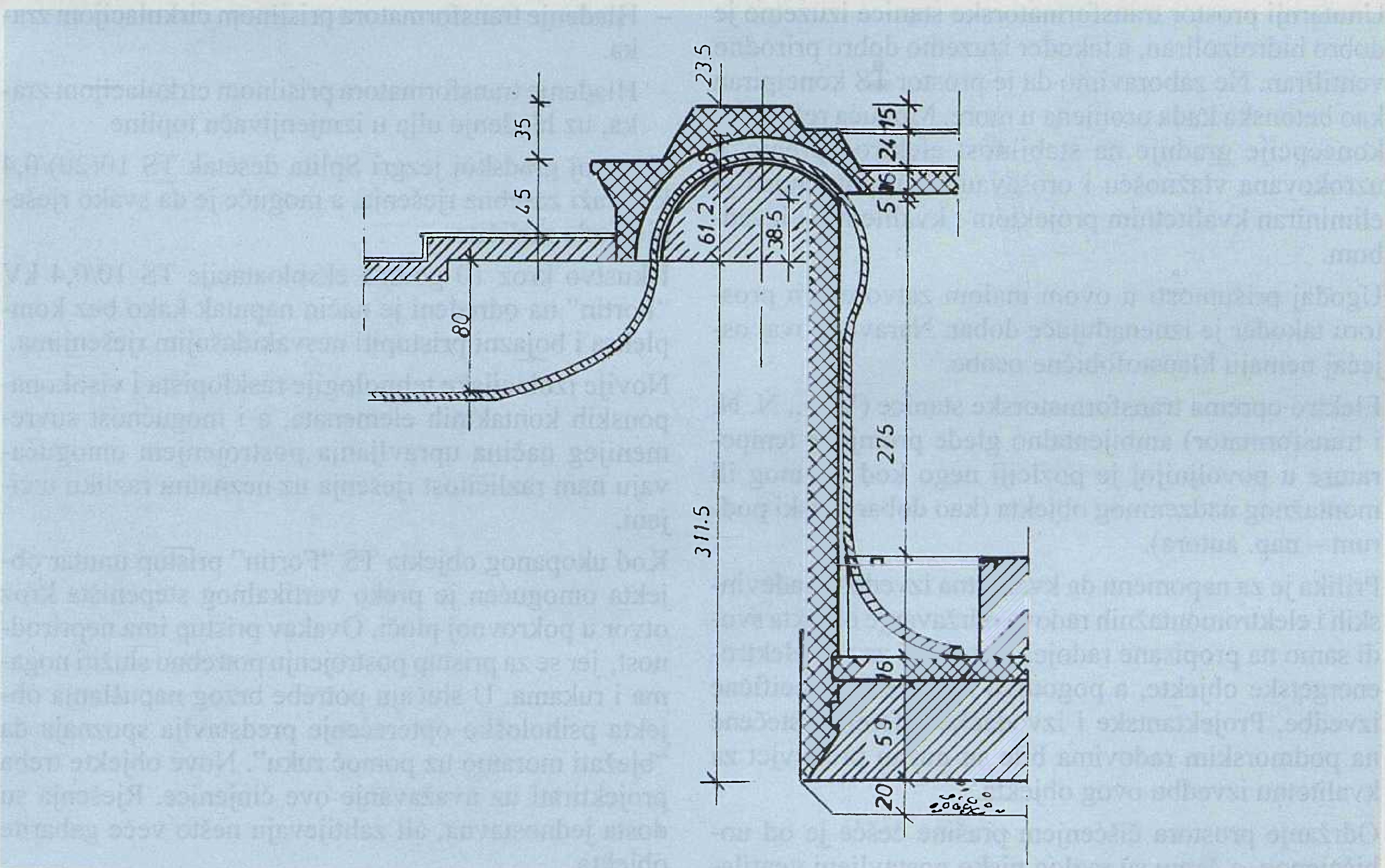
Slika 3. Presjek A – A



Slika 4. Presjek B – B



Slika 5. Presjek C – C



Slika 6. Detalj kabelskog ulaza u TS kroz element parkovske klupe

- Izrada dna kade i izrada otežanja radi uzgona uz pre-mazivanje vodonepropusnim smolama.

Predviđena tehnologija izgradnje uglavnom je ostvarena, osim što šuplji element nije bilo potrebno dodatno otežavati, već ga se u teren utiskivalo žlicom rovokopača. Donji rub šupljeg elementa izrađen je skošeno baš iz razloga lakšeg prodiranja u teren.

Prodor vode u iskopanu šupljinu bio je takav da se mogao odstranjivati pumpom za vodu. Elektromontažni dio TS neznatno je izmijenjen u odnosu na projektirano stanje. Visokonaponski razvod projektiran je sa samostojećim limom oklopljenim tvornički ili radio-nički dogotovljenim sklopnim ćelijama nazivnog napona 12(24) kV. Umjesto toga ugrađen je razvod KAPEX punjen plinom SF₆, a sastavljen od 1TrP+2VP s kablskim završetcima utične izvedbe.

7. DESETOGODIŠNJA EKSPLOATACIJA OBJEKTA – ISKUSTVA

Ako kažemo da poslije desetogodišnjeg korištenja objekta nemamo dovoljna iskustva, onda se želi reći da da praktički u 10 godina nije bilo značajnijih događaja na kojima bi se iskustva temeljila. Karakteristika u ovom vremenskom razdoblju je miran i uredan pogon.

Unutarnji prostor transformatorske stanice izuzetno je dobro hidroizoliran, a također izuzetno dobro prirodno ventiliran. Ne zaboravimo da je prostor TS koncipiran kao betonska kada uronjena u more. Moguća refleksija koncepcije gradnje na stabilnost elektro opreme, a uzrokovana vlažnošću i orošavanjem u potpunosti je eliminiran kvalitetnim projektom i kvalitetnom izvedbom.

Ugođaj prisutnosti u ovom malom zatvorenom prostoru također je iznenađujuće dobar. Naravno, ovaj osjećaj nemaju klaustrofobične osobe.

Elektro oprema transformatorske stanice (V. N., N. N. i transformator) ambijentalno glede promjene temperature u povoljnijoj je poziciji nego kod zidanog ili montažnog nadzemnog objekta (kao dobar vinski podrum – nap. autora).

Prilika je za napomenu da kvalitetna izvedba građevinskih i elektromontažnih radova održavanje objekta svodi samo na propisane radnje. To vrijedi za sve elektroenergetske objekte, a pogotovo za objekte specifične izvedbe. Projektantske i izvođačke reference stečene na podmorskim radovima bile su nužan preduvjet za kvalitetnu izvedbu ovog objekta.

Održanje prostora čišćenjem prašine češće je od uobičajenog, a čemu su razlog nisko postavljeni ventilacijski otvori, koji se radi urbanističkih uvjeta praktički drukčije nisu mogli ni postaviti.

Na kraju možemo slobodno zaključiti da su mnoge predrasude prema slično koncipiranim objektima otklonjene.

8. NAZNAKE UZ MOGUĆU IZGRADNJU SLIČNIH OBJEKATA U STAROJ JEZGRI GRADA SPLITA

Povećanje elektroenergetskog konzuma u staroj gradskoj jezgri Splita uzrokovano sve većim brojem poslovnih prostora i sve većim komforom poslovnog i stambenog prostora, zahtijeva izgradnju novih distribucijskih TS 10(20)/0,4 kV.

Manjak i izuzetno visoka cijena slobodnih prostora uz posebno zahtjevne uvjete konzervatora i zaštitara prirodne i kulturne baštine stavlja pred projektante specifične zadatke. Zapravo nemogućnost interpolacije montažnih zidanih objekata nameću rješenja prilagođena lokacijskim mogućnostima, a to se može kategorizirati u dvije grupe:

- TS 10(20)/0,4 kV u raščlanjenim prostorima.
- TS 10(20)/0,4 kV u podzemnoj izvedbi (kompletna ili djelomična).

Gabaritni zahtjevi opreme, pristupi prostorima, način upravljanja i dr. definiraju veličinu prostora. Hlađenje transformatora predstavlja jedan od zahtjeva kojeg je na klasičan način teško riješiti. Pod klasičnim načinom smatramo prirodnu cirkulaciju zraka. Radi toga ostaju nam i ovdje mogućnosti, koje kategoriziramo u dvije grupe:

- Hlađenje transformatora prisilnom cirkulacijom zraka.
- Hlađenje transformatora prisilnom cirkulacijom zraka, uz hlađenje ulja u izmjenjivaču topline.

U staroj gradskoj jezgri Splita desetak TS 10(20)/0,4 kV traži zasebna rješenja, a moguće je da svako rješenje bude različito.

Iskustvo kroz 10 godina eksploatacije TS 10/0,4 kV "Fortin" na određeni je način napatuk kako bez kompleksa i bojazni pristupiti nesvakidašnjim rješenjima.

Novije izolacijske tehnologije rasklopišta i visokonaponskih kontaktnih elemenata, a i mogućnost suvremenijeg načina upravljanja postrojenjem omogućavaju nam različitost rješenja uz neznatnu razliku u cijeni.

Kod ukopanog objekta TS "Fortin" pristup unutar objekta omogućen je preko vertikalnog stepeništa kroz otvor u pokrovnoj ploči. Ovakav pristup ima neprirodnost, jer se za pristup postrojenju potrebno služiti nogama i rukama. U slučaju potrebe brzog napuštanja objekta psihološko opterećenje predstavlja spoznaja da "bježati moramo uz pomoć ruku". Nove objekte treba projektirati uz uvažavanje ove činjenice. Rješenja su dosta jednostavna, ali zahtijevaju nešto veće gabarite objekta.

Automatske crpke jednostavne izvedbe dale bi dodatnu sigurnost od iznenadnih prodora vode kroz ventilacijske i slične otvore.

Poželjna je također izrada svih kablskih izvoda visokog i niskog napona već u prvoj fazi izgradnje objekta, radi

skučenosti prostora i drugih uvjeta pod kojima bi se trebali priključci naknadno izvoditi. Visokonaponske priključke trebalo bi izvesti u utičnoj izoliranoj izvedbi kad postoji opasnost od prevelikog skupljanja prašine.

Kada se iznosi problematika koncepcije i izgradnje TS 10(20)/0,4 kV u starim gradskim jezgrama važno je napomenuti da ništa jednostavnija nije ni problematika kablaskih raspleta. Logika nam nameće rješenje, da se kod izvedbe podzemnih elektroinstalacija zajedno obnove i ostale instalacije, pogotovo u užim gradskim ulicama. Veoma složena koordinacija i nadležnosti iziskuju posebne naputke, međutim to nije tematika ovog članka.

9. ZAKLJUČAK

Pozitivno iskustvo kod eksploatacije ukopanog objekta TS 10(20)/0,4 kV daju nam pravo da bez većih predrasuda slične objekte gradimo kada se za to ukaže potreba.

Zaštita okoliša, zaštita kulturne i prirodne baštine, a i manjak slobodnog prostora u gustim gradskim jezgrama sve češće će nam nametati slične zahtjeve.

Novije tehnologije uz mogućnost daljinskog vođenja objekta omogućavaju nam sve jednostavnija rješenja.

LITERATURA

- [1] D. MILUN, dipl. ing. "Glavni projekt TS 10(20)/0,4 kV 'Fortin' – elektromontažni projekt", HEP DP Elektrodalmacija Split, 1992. god.
- [2] M. MIHANOVIĆ, dipl. ing. arh., L. ZLATAR, dipl. ing. građ. "Glavni i izvedbeni projekt TS 10(20)/0,4 kV 'Fortin' – arhitektonsko građ. projekt", HEP DP Elektrodalmacija Split, 1992. god.
- [3] Bilten br. 16, Tehnički uvjeti za TS 10(20)/0,4 kV – kablaska izvedba, HEP, studeni 1992. god.

TEN-YEAR EXPLOITATION EXPERIENCE OF THE UNDERGROUND, SEALAID 10(20)/0.4 kV TS "FORTIN" IN TROGIR

Ten year exploitation experience of the underground construction of (20)/0.4 kV TS "FORTIN" in Trogir is given. Such a 10(20)/0.4 kV TS is applied whenever there is no possibility to construct a usual type, owing to lack of space or a need to protect buildings or historically or culturally significant environment.

DIE ERFAHRUNGEN DES ZEHNJÄHRIGEN BETRIEBES DES IM MEER EINGETAUCHTEN UNTERIRDISCHEN UMSPANNWERKES 10(20)/0,4 kV „FORTIN“ IN TROGIR (KROATIEN)

Dargestellt sind die Erfahrungen des zehnjährigen Betriebes des Umspannwerkes 10(20)/0,4 kV „FORTIN“, unterirdischer Ausführung in Trogir. Diese und etliche andere Bauarten der Umspannwerke 10(20)/0,4 kV werden an jenen Stellen ausgeführt, wo Bedingungen für eine übliche Bauart fehlen, da es nicht genügend Platz gibt, oder es geht häufig um den Denkmalschutz oder den Schutz von Lokalitäten von kultur-historischer Bedeutung.

Naslov pisca:

Ivo Santica, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
DP Elektrodalmacija, Split
Gundulićeva 42
21000 Split, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2002 – 06 – 27.