

UTJECAJ VLAGE NA OBJEKTE I OPREMU ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE

Kako bi se kvalitetno upravljalo objektima i opremom željezničke infrastrukture potrebno je dobro poznavati način nastanka vlage, mjere suzbijanja njezina nastanka te štetna djelovanja, ako dođe do njezine pojave. Zato je vrlo važno planirati učinkovite sustave koji štite objekte i opremu od prodora vode i utjecaja vlažnosti.



Mato Vukadin, struč.
spec. ing. sec.

Roxtec d.o.o.
mato.vukadin@roxtec.com

UDK: 699.8+625.1

1. Uvod

Kod ulaza kabela ili cijevi u objekte, ili unutar njih, ugrađuju se odgovarajući brtveni sustavi. Njihova je osnovna funkcija brtvljenje i zaštita od vode u slučaju poplave ili pojave same vlage, ali i vatre, plina, prašine, prljavštine, sitnih glodavaca i drugih nepoželjnih stvari u objektima koji se tim sustavima štite. Pri podzemnoj primjeni tih sustava brtvljenje je potrebno radi zaštite od konstantnog pritiska vode, što je idealno rješenje za kabele koji ulaze kroz temelje objekata, koji i tako moraju biti otporni na stalni pritisak vode, čime se sprečavaju oštećenja opreme ugrađene u te objekte uslijed poplave ili prodora vlage. Osim osnovne funkcije, a to je potpuna i trajna zaštita objekata u koje se ugrađuju, od njih se zahtijeva da su jednostavni za montažu i funkcionalni u svim prigodama. To je ponajprije tehnološki razvijeno i prilagodljivo rješenje s konceptom kojim se prati razvoj situacije na terenu i omogućava naknadnu zamjenu ili dodavanje kabela uz minimalne napore i troškove.

Naime, vlaga se pojavljuje u svim tim objektima kao posljedica duljeg djelovanja vode u prostorima, što može rezultirati pojavom većih parcijalnih pražnjenja od uobičajenih na ugrađenim elementima. Vlaga ovisi o temperaturi zraka u određenoj prostoriji te o njegovu pritisku, o kiši, suncu, mrazu ili nekoj drugoj vremenskoj nepogodi u okolici objekta koji se promatra, a koja može uzrokovati višu ili nižu temperaturu zraka u tome prostoru. Naravno da se promatraju i utjecaj položaja pojedinih vrata na tome objektu, vrste materijala od kojeg su ona izrađena i razni drugi utjecaji koji mogu utjecati na to. Jednako je važan i podatak o učestalosti kišnih dana, količini oborina u nekome periodu, smjeru padanja kiše te smjeru vjetra koji tada puše. Svi ti čimbenici, kao i mnogi drugi, utječu na stvaranje kondenzata u zraku, a time i na stvaranje korozije na nekim dijelovima postrojenja. Potrebno je uzeti u obzir i utjecaj temperature koju stvara samo postrojenje, koje time samo doprinosi povećanju ili smanjenju količine vlage u zraku.

2. Vlaga

Vlaga je voda koja se nalazi u materijalima kao tekućina, no ona postoji i u zraku. Ona se može pojaviti i u objektima željezničke infrastrukture kao posljedica raznih slučajeva. Može uzrokovati kvarove na opremi koja se nalazi u tome objektu, a time i skupe prekinde napajanja. Pouzdanim brtvljenjem stvaraju se optimalni uvjeti za rad te stabilno napajanje. S obzirom na to da ju se ne može vidjeti te da

nema ni mirisa, otkrije ju se tek nakon što se primijeti njezino štetno djelovanje poput stvaranja gljivica i plijesni ili korozije.

Oštećenja nastala zbog njezina djelovanja posljedica su izmjene temperature i vlage u vanjskom i unutarnjem zraku te loša ili nikakva cirkulacija zraka. Topli zrak u normalnim uvjetima ima veći udio vode nego hladni zrak. Dođe li topli zrak u dodir s hladnim predmetom, ohladi se i više ne može održati prvobitni sastav vode. Tada se prevelik udio vode kondenzira na hladnome predmetu i kapa u obliku „znojenja“ niz predmete (slika 1.).

2.1. Vlažnost zraka

Vlažnost zraka jest udio vodene pare u zraku ili atmosferi. Vlažnost zraka izražava se na različite načine, i to kao apsolutna vlažnost, relativna vlažnost, parcijalni tlak vodene pare i drugo. Vodena para upija dugovalno zračenje Zemlje i o udjelu vodene pare ovisi vjerojatnost pojave oborina. Također, vodena para u atmosferi ima znatan udio latentne topline.

Vodena para u atmosferu dopijeva na razne načine. Jedan od njih jest transpiracija ili isparavanje s površine biljaka. Sedamdeset i pet posto vode s tla, bilj-

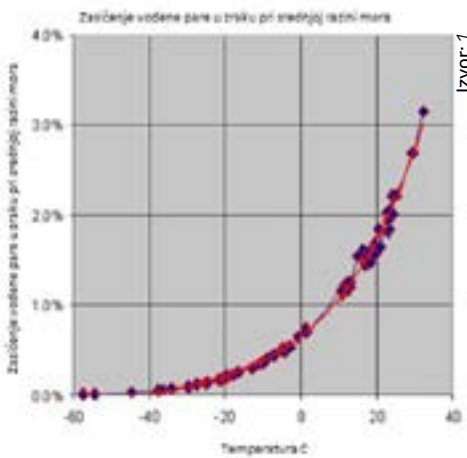


Izvor: 7

Slika 1. Vlaga na predmetima u okolini

nog pokrova i vodenih površina na kopnu ispari natrag u atmosferu. Dnevni hod relativne vlage obratan je od dnevnog hoda temperature, to jest relativna vlaga zraka najviša je ujutro, a najniža poslijepodne, kada je temperatura najviša.

Zbog hlapljenja jezera, rijeka, mora, vlažne površine Zemlje, vode u biljkama u zraku je uvijek određeni udio vodene pare. Udio vodene pare u zraku ovisi o tlaku i o temperaturi. Pri istome tlaku, a višoj temperaturi, voda hlapi brže nego pri nižoj temperaturi. Zbog toga je udio vodene pare u zraku promjenjiv. Udio vodene pare u zraku viši je u toplim krajevima nego u hladnima te viši ljeti nego zimi.



Slika 2. Temperatura rosišta ili zasićenje vodene pare ovisno o temperaturi

2.2. Apsolutna i relativna vlažnost

Udio vodene pare, izražen u gramima, u kilogramu zraka naziva se apsolutna vlažnost. Apsolutna vlažnost jest udio vlage u jedinici mase zraka. Pri određenoj temperaturi može sadržavati samo neki maksimalan udio vlage, i u tom je slučaju zasićen vlagom. Na primjer, pri temperaturi od 20 °C zrak može imati udio od najviše 15,19 g/kg vlage. Apsolutna vlažnost jest fizikalna veličina koja opisuje vlažnost zraka, količnik je mase vodene pare i obujma ili volumena zraka u kojemu se vodena para nalazi. Mjerna je jedinica apsolutne vlažnosti kilogram po kubnome metru (kg/m³).

Zrak obično ima manji udio vlage od maksimalne pa se kaže da je nezasićen. Ima li, na primjer, zrak pri temperaturi od 20 °C udio od 10 g/kg vlage, može primiti

još udio od 5,19 g/kg. Pri snižavanju temperature, ako zrak ima maksimalan udio vlage, nastupa kondenzacija, tj. nastaju oblaci, magla ili rosa. Omjer između apsolutne vlage koju sadržava zrak i maksimalne vlage koju bi zrak mogao primiti pri određenoj temperaturi da bi bio zasićen naziva se relativna vlažnost. To je broj koji je uvijek manji od 1 te se množi sa 100 i izražava u postocima. Relativna vlažnost izražava se u postocima, kao dio maksimalne vlage u zraku pri određenoj temperaturi.

Relativna vlažnost jest fizikalna veličina za iskazivanje udjela vodene pare u zraku (ili općenito u plinovima). Izražava se omjerom tlaka prisutne vodene pare i tlaka zasićene vodene pare pri određenoj temperaturi i tlaku zraka.

Relativna vlažnost iznosi 0 % kada je zrak potpuno suh, a 100 % kada je zrak potpuno zasićen vodenom parom. Relativna vlažnost mjeri se najčešće psihrometrom ili posebnim osjetnicima.

Vodena para jest plinovito stanje vode. Ona može nastati hlapljenjem, isparavanjem vode ili sublimacijom leda. Vodena para lakša je od zraka i zato su u Zemljinoj atmosferi stalno prisutne konvekcijske struje koje je podižu i stvaraju oblake. Ona je jaki staklenički plin, uz ostale plinove kao što su ugljikov dioksid i metan.

2.3. Hlapljenje

Kada molekula vode napusti svoju površinu, kaže se da hlapi. Hlapljenje jest oblik isparavanja kapljevine na temperaturama nižima od vrelišta. Iako na tim temperaturama prosječna energija molekula kapljevine nije dovoljna za promjenu agregatnog stanja, molekule na slobodnoj površini koje imaju dovoljnu energiju odvajaju se od površine pa kapljevina postupno isparava. Vodena para koja nastaje od tekuće vode uzima sa sobom i dio topline te se taj proces naziva hlađenje hlapljenjem.

Iznos hlapljenja ovisi o mnogim utjecajima, a u prosjeku se kreće od 750 do 3000 mm na godinu po kvadratnome metru. Vlažnost zraka određuje udio vodene pare u atmosferi.

Higrometar jest uređaj za mjerenje vlažnosti zraka.

Apsolutna vlažnost zraka jest maksimalan udio vodene pare koji može primiti kubni metar zraka (u gramima) pri nekoj temperaturi. Apsolutna vlažnost zraka raste s porastom temperature. Specifična vlaga zraka jest broj grama vodene pare u kilogramu vlažnog zraka. Relativna vlaga zraka jest broj koji pokazuje odnos između udjela vodene pare koja stvarno postoji u zraku u nekome trenutku i maksimalnog udjela vodene pare koju bi taj zrak na toj temperaturi mogao primiti da bi bio zasićen. Apsolutna vlažnost zraka mijenja se od pet grama vodene pare na kubni metar pri temperaturi od 0 °C do 30 g na kubni metar pri 30 °C.

2.4. Kondenzacija

Vodena će se para kondenzirati na neku površinu samo ako je površina hladnija od temperature rosišta. Temperatura rosišta jest temperatura do koje se vlažan zrak mora ohladiti (100 % relativne vlage zraka), pri konstantnome tlaku, da počne kondenzacija vode. Kada se vodena para kondenzira, ona donosi i određenu količinu topline, što znači da zagrijava površinu na kojoj se kondenzira. U isto vrijeme vlažni se zrak neznatno hladi.

2.5. Uvjeti okoline

Sunčevo zračenje zagrijet će vanjske površine objekta, a unutarnji učinci ovisit će o toplinskoj vodljivosti materijala koji se koriste u njegovoj konstrukciji. Zidovi i krovovi u koje su ugrađeni materijali niske toplinske vodljivosti izglatit će varijacije u temperaturi unutar objekta. Oni u koje su ugrađeni materijali visoke toplinske vodljivosti prenose toplinu unutar objekta tijekom dana, ali također zrače toplinu noću, što dovodi do velikih temperaturnih varijacija unutar samog objekta.

Kiša koja pada na objekte uzrokovat će unutarnje hlađenje kroz zidove, dok voda isparava sa zidova. Loše održavani krovovi, oluci, ispusti i odvodni kanali pogoršat će te učinke.

Tamo gdje postoje kabelski kanali ili podrumi potrebno je uzeti u obzir visinu podzemne vode i smjer otjecanja iz okoline u razdobljima velikih oborina. Dok brtvljenje kabelskim uvodnicama može biti dostatno u umjerenim uvjetima, povećanje tlaka vode u tlu može uzrokovati

curenje prilikom korištenja neadekvatnih ili nepravilno ugrađenih brtvi. Loša konstrukcija ili materijali u strukturi također će omogućiti da voda prodre u rovove i podrume.

2.6. Radni uvjeti

Električno opterećenje na opremi generira toplinu pa svaka promjena struje opterećenja utječe na ukupnu temperaturu u objektu, iako to očito može biti malo. Utjecaj promjena opterećenja na kabele uzrokovat će male ekspanzije i skupljanja. Prolazak struje u slučaju kvara može uzrokovati znatna pomicanja kabela. Ti će pokreti utjecati na bilo koji sustav brtvljenja kanala i na kraju mogu dovesti do funkcioniranja brtvenog rješenja.

2.7. Učinci na okoliš objekta

Prodor vode kroz zidove, loše postavljena vrata, mokre ili potopljene kanale ili podrume povećat će udio vodene pare u zraku. Temperatura u zatvorenom prostoru uvijek je viša na vrhu nego na dnu. Količina prijenosa topline kroz strukturu objekta i svaka toplina iz opreme uzrokovat će varijacije temperature unutar tog objekta uz promjenu visine. S obzirom na to da relativna vlažnost ovisi o temperaturi, to također znači da će relativna vlažnost varirati ovisno o visini i udaljenosti od izvora topline u prostoru. Relativna vlažnost bit će viša u tim područjima, posebno na dnu prostora objekta, gdje je temperatura niža.

3. Parcijalna pražnjenja

Parcijalna pražnjenja jesu električna pražnjenja koja se događaju unutar ili na površini električnih izolacijskih materijala zbog visokog napona električnog napreznja izolacijskog sustava kada je oprema pod naponom. Parcijalno pražnjenje dovodi do progresivnog pogoršanja i često igra važnu ulogu u kasnijim kvarovima, utječući na sve vrste visokonaponske opreme koja je ključna za rad mreže, uključujući prekidače, kabele i transformatore.

Unutar svih izolacijskih materijala, bez obzira na to koliko su dobro izrađeni, postoje male šupljine, često mikroskopskih veličina. Tijekom korištenja te praznine postaju napunjene poput malih kondenzatora unutar naponskog polja koje se primjenjuje na izolator. Kada su dovolj-

no napunjeni, dolazi do pojave iskrenja, tj. njihova pražnjenja. Te iskre proizvode toplinu, svjetlost, dim, buku, elektromagnetsko zračenje te površinsko pražnjenje. Tijekom tog procesa izolacija erodira, što rezultira većim pražnjenjem, time i jačim iskrenjem, u konačnici i bržom degradacijom izolacijskog materijala. Pojavljuju se i karbonizacija unutarnjeg dijela praznina te progresivno postizanje vodljivih šupljina. To povećava električno napreznje u sljedećim prazninama izolacije. Na kraju u cijeloj izolaciji ima dovoljno vodljivih šupljina koje u konačnici uzrokuju proboj izolacije.

Površinska pražnjenja nastaju između čestica onečišćenja (obično prašine), osobito u uvjetima visoke vlažnosti,



četni razvoj djelomičnog pražnjenja na površini izolacijskih materijala. Najvažniji je čimbenik izbjegavanje brzih promjena u temperaturi koje u uvjetima visoke vlažnosti mogu pasti ispod točke rosišta koja uzrokuje kondenzaciju. Također je poznato da je zrak unutar slabo opterećenog objekta na istoj temperaturi i da ima relativnu vlažnost kao i okolni zrak u tome objektu. Zato bi se kondenzacija pojavila unutar objekta i izvan njega, što bi dovelo do korozije koja ne bi bila vidljiva dok se ne provede invazivno održavanje.

4. Primjeri prodora vode u razne objekte željezničke infrastrukture



Slika 3. Primjer prodora vode



Slika 4. Nakon brtvljenja modularnim brtvenim sustavom

stvarajući toplinu, svjetlo, dim, zvuk, elektromagnetsko zračenje, ozon i plinove dušika. Kada dođe do pražnjenja na površini, tada se proizvedeni plinovi dušika spajaju s vlagom iz atmosfere i tako nastaje dušična kiselina. To napada metalne površine opreme unutar objekta. Oštećena površina također postaje vodljiva zbog karbonizacije uzrokovane kvarom. Time se učinkovito smanjuje električni razmak izolacije, što dovodi do ubrzanja procesa parcijalnog pražnjenja pa i do eventualnog proboja.

Relativna vlaga utječe na razine postojećih parcijalnih pražnjenja. Poznato je da povišena relativna vlažnost potiče po-

5. Sprečavanje prodora vlage u objekte i elektroormare

Jedno od vrlo učinkovitih rješenja sprječavanja prodora vlage u objekte jest korištenje odgovarajućih brtvenih sustava. Profesionalno i najučinkovitije je rješenje primjena modularnih brtvenih sustava koji se upotrebljavaju u raznim objektima SŽI-a (Slovenske željeznice Infrastruktura) i šire, jer se sve više prepoznaju njihova funkcionalnost i prednosti kao što su tehnologija različitih promjera (*multidiameter technology*). Njima se, osim što služe za brtvljenje i zaštitu od vode, vatre, plina, prašine, sitnih glodavaca i drugih nepoželjnih stvari

u objektima koji se tim sustavima štite, osiguravaju i elektromagnetska kompatibilnost te zaštita od eksplozije. Osim osnovne funkcije, a to je potpuna i trajna zaštita objekta u koji se ugrađuju, od njih se zahtijeva i da su jednostavni za montažu i funkcionalni u svim prilikama brtvljenja, da kvalitetno, pouzdano, sigurno i trajno brtve kabele i/ili cijevi kod ulaza u objekte te unutar objekta, što se postiže odabirom jednog od brtvenih sustava ili njihovom kombinacijom. Njihova je montaža jednostavna, ponajprije zbog uklonjivih listića prilagodljivih svakoj debljini položenih kabela odnosno cijevi.

Takvi se sustavi također mogu primijeniti kod kabelskih prolaza za kontrolne ormare, razvodne kutije i druga električna i instrumentacijska kućišta. Navedena brtvena rješenja zahtijevaju manje prostora od uvodnica kabela, pojednostavljaju projektiranje i instalaciju te omogućavaju dodatni kapacitet širenja same instalacije. Rješenja su isplativa jer omogućavaju vrlo gusto polaganje kabela, zbog čega tehničari mogu smanjiti veličinu i težinu ormara. Prilagodljiva rješenja dodatno skraćuju rad jer su predviđena za naknadne promjene: lako se mogu dodati novi ili promijeniti postojeći kabeli u električnim, kontrolnim i sklopnim ormarima. Time se osigurava, brtvi i štiti oprema unutar čeličnih, metalnih, plastičnih i kompozitnih kućišta.

Osnovni dijelovi svakoga modularnog sustava jesu modul (izrađen od EPDM gume), okvir, nivelacijske pločice i kompresijski klin (slika 5.). Njegove su glavne značajke vatrootpornost, vodotijesnost, plinotijesnost, zaštita od izboja, nagle promjene tlakova, uzemljenje i postizanje EMC/EMI kompatibilnosti, a odobren je i za opasne lokacije, tj. za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom (Ex), kao zaštita ljudi, opreme i radnih postupaka na opasnim lokacijama ili prostorima ugroženima eksplozivnom atmosferom. Zato se za te sustave kaže: „Izgradite danas – nadogradite sutra“, odnosno već danas se može projektirati za buduće potrebe, a primjenom jednog od modularnog sustava osigurava se dugotrajna učinkovitost i omogućava smanjenje ukupnih troškova.

Veličina modula prilagođava se kabe-
lima i cijevima različitih veličina, što je temelj takvih sustava. Naime, brtvenim



Slika 5. Osnovni dijelovi modularnog brtvenog sustava

modulima s uklonjivim listićima prilagođava se svakome promjeru kabela koji se ugrađuje u taj sustav (slika 6.). Potrebno je skidati slojeve listića dok se ne postigne idealna izolacija kabela. Razlika između dviju polovica ne smije biti veća od jednog sloja listića kako bi se postigla zračnost od 0,1 do 1,0 mm između dviju polovica dok ih se drži na kabelu. Prije same montaže modula na kabel potrebno je temeljito podmazati unutrašnjost okvira te sve unutarne i vanjske površine modula. Vijci se zatežu dijagonalno, pri čemu se brtva širi i zabrtvљуje otvor, a pravilno je brtvljenje postignuto kada guma ekspandira preko prednje ploče i kada se listići šire prema van. Time to rješenje pojednostavljuje projektiranje, čime se znatno štedi vrijeme prilikom njegove instalacije. Tako je i logistički učinkovito. Primjenom tih sustava može se znatno smanjiti broj artikala na zalihama, što svakako omogućava jednostavno i sigurno ugrađivanje i održavanje električnih instalacija.

6. Održavanje objekata

Glavni uzroci prodora vlage kroz strukturu objekata jesu propuštanje krovova i vrata te propuštanje kroz temelje objekta. Količina vode na zidovima bit će veća ako su oluci, ispusti i odvodi oštećeni ili blokirani, što će uzrokovati protok vode preko zidova.

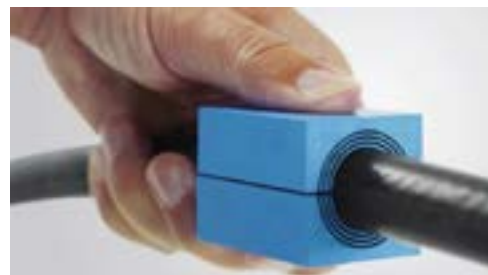


Kada je relativna vlažnost visoka, tada postoji opasnost od kondenzacije, ako temperatura padne ispod točke rosišta zraka. Taj učinak može uzrokovati kondenzaciju izvan i unutar objekta jer je relativna vlažnost ista u cijeloj prostoriji i na njezinoj opremi.

Zgrada objekta trebala bi imati konstrukciju s ugrađenom odgovarajućom vodonepropusnom zaštitom. Tamo gdje je objekt izložen ekstremnim vremenskim uvjetima moraju se poduzeti dodatne mjere za sprječavanje prodora vode u taj objekt. Krovovi objekta trebaju biti projektirani tako da voda može lako otjecati. Trebali bi biti tako izgrađeni radi lakšeg održavanja te treba izbjegavati upotrebu materijala koji bi bili atraktivni lopovima.

Oluci i žljebovi trebaju biti dizajnirani za maksimalnu razinu oborina koja prevladava na mjestu ugradnje objekta. Odvodi moraju biti dimenzionirani za očekivanu količinu vode i moraju omogućiti lako čišćenje. Zgrada objekta mora biti odgovarajuće izolirana kako bi se spriječile velike promjene u temperaturi. Vrata objekta trebaju biti dobre kvalitete kako bi se smanjio prodor vanjskog zraka u sam objekt. Na vrata mora biti postavljena dodatna zaštita kako bi se spriječilo nakupljanje kišnice na njihovu vrhu. Donji rub vrata treba imati opremu za izlivanje vode prema vanjskome dijelu objekta kako bi se osiguralo da se voda rasprši od otvora na dnu objekta.

Orijentacija vrata u odnosu na Sunce, materijal od kojeg su izrađena te završni premaz boje na njima mogu utjecati na toplinu koja će se prenijeti u objekt. Sva vrata trebaju biti opremljena mehanizmima za samozatvaranje kako bi se spriječilo da ostanu otvorena, čime će se smanjiti prodor vlage. Ulazna predvorja za osoblje mogu poslužiti kao barijera kako bi se smanjio učinak topline i vlage na osjetljivija područja objekta.



Slika 6. Prilagodba modula dimenzijama kabela

Svi kabelski ulazi u objekt trebaju biti odgovarajuće zatvoreni kako bi se spriječio prodor vode. To ima dodatan učinak jer sprečava ulazak štetočina u objekt. Brtve na podzemnim kabelskim ulazima moraju biti prikladno odabrane u odnosu na očekivane podzemne uvjete te biti pravilno montirane. Ne bi trebalo biti razmjene zraka između prostorija u objektu u kojima se nalaze rasklopna postrojenja, zaštitna i kontrolna oprema, upravljački uređaji, baterije ili zaštitna i upravljačka oprema. U objekt se može ugraditi grijače kako bi se unutar njega smanjile promjene u temperaturi. Ako se u objekt montiraju grijači, treba ih regulirati kako bi se izbjegle velike razlike u temperaturi. Ispravnost grijanja treba redovito provjeravati da ne bi došlo do pojave kondenzacije i kvara na postrojenju.

Mogućnosti pravilnog upravljanja okolišem u postrojenju jesu klimatizacija, grijanje i reguliranje vlažnosti, što kontroliraju sobni termostati i regulatori vlažnosti. Najbolja opcija ovisi o lokalnoj klimi, osobito o promjeni temperature. Najvažniji je čimbenik izbjegavanje brzih promjena u temperaturi, koje u uvjetima visoke vlažnosti mogu pasti ispod točke rosišta, koja u konačnici može uzrokovati kondenzaciju, a time i pojavu korozije.

Kabeli se mogu ugraditi u postrojenje preko krova, zidova ili kroz kabelske kanale. Kabelski ulazi trebaju biti zatvoreni i treba paziti da se osigura zaštita koja neće zadržati vodu ili dovesti do prodora vode, na primjer, u kolodvorsku zgradu ili elektrovrhu postrojenje. Kabelski ulazi ispod zemlje moraju se odgovarajuće zaštititi kako bi se spriječio prodor vode u rov ili u podrum. Sve ugrađene kabelske brtve moraju biti prikladne za očekivane uvjete te pravilno montirane. U ekstremnim okolnostima kabelski jarci i po-

drumi mogu se nagnuti kako bi se stvorio prostor za sakupljanje vode, a voda se po potrebi može ispumpati.

Krov, oluci, odvodni kanali i odvodi trebali bi se pregledavati prije očekivanih razdoblja nepovoljnih vremenskih uvjeta i održavati ako je to potrebno. Svaka kontrola okoliša i pripadajućih alarmnih sustava trebala bi biti dio planiranog održavanja, a učestalost bi trebala biti određena ozbiljnošću lokalnih vremenskih uvjeta. Budući da se lokalna klima znatno razlikuje tijekom godine, to se ispitivanje ponavlja kako bi se zabilježili podaci tijekom ekstremnih vremenskih uvjeta.

7. Zaključak

Poznato je da unutarnja okolina objekata, posebno vlažnost, može imati velik učinak na razvoj djelomičnog pražnjenja.

Konstrukcija objekta ima velik utjecaj na uvjete koji vladaju u samome objektu.

Ulazna mjesta za kabele ili cijevi neka su od glavnih mjesta prodora vode u objek-

te, kao i unutar objekata, te ih je potrebno učinkovito zatvoriti, a najučinkovitije je rješenje primjena modularnoga brtvenog sustava.

Primjenom modularnih sustava brtvljenja osigurava se jednostavnost ugradnje i ekonomičnost u svim slučajevima brtvljenja kabela i cijevi na ulazima u objekt i unutar objekta, neovisno o postavljenim zahtjevima.

Primjena modularnih sustava brtvljenja dugoročno je isplativa jer pojednostavljuje projektiranje, ubrzava ugradnju i omogućava naknadno dodavanje kabela i cijevi bez potrebe za novim materijalom odnosno dodatnim troškom.

Modularni brtveni sustav jest tehnološki razvijeno i prilagodljivo rješenje brtvljenja s konceptom kojim se prati razvoj projekta od faze projektiranja do same ugradnje na terenu te je fleksibilno, sigurno i pouzdano rješenje za sve vrste brtvljenja te naknadnu zamjenu ili dodavanje kabela uz minimalne napore i troškove.

SAŽETAK

UTJECAJ VLAGE NA OBJEKTE I OPREMU ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE

Vlaga je voda koja se nalazi u materijalima kao tekućina, no ona postoji i u zraku. Ona se može pojaviti i u objektima željezničke infrastrukture, a s obzirom na to da ju se ne može vidjeti te da nema ni mirisa, otkrije ju se tek nakon što se primijeti njezino štetno djelovanje poput stvaranja gljivica ili plijesni te pojave korozije.

Kod ulaza kabela ili cijevi u objekte ili unutar prostorija u objektu potrebno je ugraditi odgovarajući brtveni sustav koji će spriječiti prodor vode i vlage. To posebno dolazi do izražaja u objektima u kojima kabele ili cijevi ulaze kroz temelje jer su ti prodori često pod utjecajem konstantnog pritiska vode. Modularni sustav za brtvljenje kabela i cijevi učinkovito štiti objekt od prodora vode i vlage i u slučaju konstantnog pritiska vode. Učinkovito štiti objekt od prodora vode i vlage u slučaju konstantnog pritiska na kabele koji ulaze kroz temelje objekata te sprječava oštećenja samog objekta i opreme u njemu.

Ključne riječi: vlaga, voda, korozija, modularno brtvljenje, brtvljenje kabela, brtvljenje cijevi

Kategorizacija: stručni rad

SUMMARY

INFLUENCE OF MOISTURE ON FACILITIES AND EQUIPMENT OF RAILWAY INFRASTRUCTURE

Moisture is water found in materials, such as liquid, but it also exists in the air. It can also appear in railway infrastructure facilities but considering that we cannot see it and it has no smell, we detect it only after its harmful effects are noticed, for example, the formation of fungi, mould or corrosion.

At the entrance of cables or pipes to facilities or inside rooms in a facility, it is necessary to install a suitable sealing system that will prevent the infiltration of water and moisture. This is especially evident in facilities where cables or pipes enter through foundations since this infiltration is often under the influence of constant water pressure. A modular system for sealing cables and pipes effectively protects the facility from water and moisture infiltration, even in case of constant water pressure. The modular system for sealing cables and pipes effectively protects the facility from water and moisture infiltration in case of constant pressure on the cables that enter through the foundation of the facility and prevents damage to the facility itself and the equipment located in it.

Keywords: moisture, water, corrosion, modular sealing, cable sealing, pipe sealing

Categorization: professional paper

LITERATURA

- [1] Byrne, Tony: Humidity Effects in Substations, EA Technology Ltd, Engleska, January 2013.
- [2] Pamić, Zdravko: Kabelski brtveći sustavi, 12. savjetovanje HRO CIGRÉ, Šibenik, studeni 2015., referat broj B1-09
- [3] Proizvodni katalozi tvrtke Roxtec International AB