

PRIMENA NEKIH NOVIH SAVREMENIH MATERIJALA, TEHNOLOGIJA I OPREMA U PROCESU PLANIRANJA, PROJEKTOVANJA I IZVOĐENJA RADOVA NA PUTNOJ MREŽI

A. Pavlović

WERKOS ENGINEERING d.o.o., Novi Sad, Srbija

M. Miloradov

Dopisni član VANU, direktor WERKOS ENGINEERING d.o.o., Novi Sad, Srbija

PRIMENA NEKIH SAVREMENIH MATERIJALA I TEHNOLOGIJA U GRAĐEVINARSTVU

Rezime: *Novi materijali i tehnologije omogućavaju da se u mnogim oblastima građevinarstva postizu veoma značajna poboljšanja kako u domenu brže, sigurnije i efikasnije izgradnje tako isto i u domenu održavanja i sanacije građevinskih objekata, pre svega niskogradnje, iako neki materijali mogu imati široku primenu i kod objekata visokogradnje a takođe i u domenu zaštite životne sredine. U radu se prikazuju uglavnom sintetički materijali, aditivi koji se koriste za poboljšanje osobina klasičnih građevinskih materijala, za poboljšanje karakteristika asfalta, poboljšanje nosivosti i sanaciju nekoherentnih zemljišta i stenskih masa, kao i za ojačanje mnogih građevinskih objekata od betona ili kamena, aditiv za cimente koji ima veoma široku primenu za poboljšanje karakteristika građevinskih materijala, za imobilizaciju i injektiranje, za zaštitu životne sredine. Pored prikazanih materijala, prikazani su i neki od elemenata puta i putne opreme čijom primenom možemo bitno uticati na poboljšanje uslova odvijanja saobraćajnog toka, analiza i praćenja saobraćaja kao i na povećanje nivoa bezbednosti saobraćaja.*

Ključne reči: *Novi materijali, geosintetici, oprema puta, ITS, bezbednost saobraćaja*

Summary: *New materials and technologies enable achieving very significant improvements in many areas of civil engineering for faster, safer, and more efficient construction, as well as for maintenance and sanitation of constructions, for most civil engineering, even though some materials could have wider appliance in the building construction objects, as well as in environmental protection. This paper presents, mostly, artificial material, additives which are used for enhancement of the characteristics of the classic engineering material; enhancements of the characteristics of asphalt for enhancements in carrying capacity and sanitation of incoherent soil and rocks, as well as for strengthening of many constructions made from concrete or rock; for cements with very wide appliance in enhancements of the characteristics of engineering material, for immobilization and grouting, for environmental protection. Excepting shown materials, there are some of the road elements and road equipment which we can use to increase conditions of traffic, analisys and traffic supervisioning including level of safety in traffic.*

Key words: *New materials, geosintetics, road equipment, ITS, traffic safety.*

1. UVOD

Kao i u svim oblastima nauke i tehnike i u građevinarstvu se neprekidno pojavljuju novi materijali i tehnologije koji omogućavaju bržu, sigurniju i efikasniju izgradnju, održavanje i sanaciju građevinskih objekata pre svega niskogradnje iako neki materijali mogu imati široku

primenu i kod objekata visokogradnje. U radu će biti prikazani neki sintetički materijali kao što su netkani tekstili, geomreže i nepropusne geomembrane, a zatim i aditivi koji se koriste za poboljšanje osobina klasičnih građevinskih materijala kao što su asfalti, betoni, stenske mase ili razne vrste zemljišta. Pored prikazanih materijala, prikazani su i neki od elemenata puta i putne opreme čijom primenom možemo bitno uticati na poboljšanje uslova odvijanja saobraćajnog toka, analiza i praćenja saobraćaja kao i na povećanje nivoa bezbednosti saobraćaja. Primena novih materijala, elemenata i opreme pored svih prednosti i ušteda u vremenu i novcu doprinose i povećanju zaštite životne sredine.

2. NETKANI TEKSTILI, GEOMREŽE, GEOMEMBRANE I GEOKOMPOZITI

Netkani tekstili, geomreže, geomembrane i geokompoziti nisu sasvim novi materijali, poznati su u našoj građevinskoj praksi već nekoliko decenija i imaju veoma široku primenu i velike prednosti pri izgradnji mnogih objekata niskogradnje te je neohodno posebno ukazati na njihov značaj.

Netkani geotekstili proizvedeni su tehnologijom iglanja, od 100% regularnih polipropilenskih (PP) vlakana, UV stabilnih. Netkani geotekstili, zahvaljujući svojim karakteristike mogu se koristiti za: uređenje slabo nosivog tla razdvajanjem materijala različitih karakteristika, izradu drenažnih sistema, filtraciju tokova podzemnih voda, zaštitu od proboja izolacionih slojeva (polimernih i bitumenskih membrana).

Geomreže se proizvode ekstrudiranjem polipropilenskih (PP) vlakana. Na taj način se dobija trodimenzionalna struktura debljine 10 – 20 mm. Zbog relativno male čvrstoće na razvlačenje, proizvode se i kompoziti s različitim geomrežama za povećanje nosivosti. Ovi materijali se mogu koristiti za zaštitu od erozije i stabilizaciju kosina i nasipa, te armiranje humusnog sloja i osiguranje razvoja vegetacije.

Geomreža za armiranje asfalta proizvodi se tkanjem poliesterskih vlakana i nanošenjem bitumenske apreture za osiguranje kontakta s asfaltom. Po svojim karakteristikama, uz dopuštena odstupanja, geomreže se mogu koristiti za armiranje asfalta pri sanaciji dotrajalih površina saobraćajnica sa asfaltnim ili betonskim zastorom. Primena geomreža u rekonstrukciji postojećih puteva, omogućava: sprečavanje reflektiranja pukotina u asfaltnim slojevima puteva; proširivanje puteva; pojačavanje nosivih slojeva puteva od nevezanog granulisanog materijala; podzemnu odvodnju puteva; sanaciju prekopa puteva.

Georešetke su proizvedene od polimera – polietilena visoke gustine (HDPE) ili polipropilena (PP), posebnom tehnologijom ekstrudiranja, čime se značajno povećavaju mehaničke karakteristike materijala. Čvorovi su integralni deo strukture i osiguravaju krutost mreža u svim smerovima u ravni. Georešetke se mogu koristiti za: uređenje slabo nosivog tla armiranjem nasutih slojeva; izradu potpornih zidova i nasipa armiranjem tla; armiranje asfalta kod izgradnje novih i rekonstrukcije dotrajalih površina saobraćajnica; zaštitu od erozije; izgradnju drenažnih sistema.

Geomembrane se proizvode ekstrudiranjem, od polietilena visoke gustine (HDPE) ili polietilena vrlo niske gustine (VLDPE). Mogu imati glatku ili teksturiranu/hrapavu površinu. Teksturiranjem se ne menjaju osnovne mehaničke karakteristike materijala, već se samo povećava trenje u kontaktu s ostalim materijalima. Tekstura može biti jednostrana (oznaka uz broj T) ili obostrana (oznaka uz broj TT). Geomembrane imaju veoma široku primenu kod

sledećih vrsta radova: izradu temeljnog i prekrivnog nepropusnog sloja odlagališta otpada; osiguranje vodonepropusnosti akumulacija, rezervoara, brana, kanala, retenzija; izgradnje laguna za industrijski i stočarski otpad; izgradnje sistema za navodnjavanje, odvodnjavanje; zaštitu bankina i centralnog pojasa pored puteva, kosina nasipa ili useka; kod izgradnje brana umesto glinenog nepropusnog sloja; izolaciju tunela, podzemnih delova građevina; izgradnju ravnih krovova i sl.



Slika 1. Primena geomembrane i geotekstila: kanal za navodnjavanje u Srpskom Miletiću (levo) i laguna u Magliću u izgradnji primenom geotekstila i geomembrane (desno)

Geokompoziti se proizvode spajanjem trodimenzionalnih mreža od ekstrudiranih polipropilenskih vlakana i netkanog geotekstila. Mreža ima drenažnu, a geotekstil filtersku funkciju. Zavisno od namene mreža može biti obložena geotekstilom sa jedne ili dve strane. Geokompoziti mogu se koristiti kao zamena za šljunčane drenažne slojeve u objektima nisko i visokogradnje, zbog dobrih filterskih karakteristika, velikog drenažnog kapaciteta i jednostavne ugradnje.

Trodimenzionalna vlaknasta struktura (mreža) od ekstrudiranih polipropilenskih vlakana, nazvana Werkos MAT, bez netkanog geotekstila koristi se za zaštitu od erozije, armiranje humusnog sloja i osiguranje razvoja vegetacije.

Zavisno od projektovanog nagiba kosine, sastava tla i stabilnosti kosine, primenjuju se različite vrste zaštite.

Mat se primenjuje na blagim kosinama (1:1 i blažim), gde stabilnost kosine nije ugrožena, ali postoji opasnost od erozije i nužno je zatravljivanje. Budući da Mat ima funkciju zaštite od erozije, njegova primena omogućava ozelenjavanje kosina. Vegetacija je dodatna zaštita od erozije, a omogućava i bolje uklapanje u okolinu. Kako bi Mat uistinu vršio funkciju zaštite od erozije i omogućio ozelenjavanje, neophodna je dobra adhezivnost sa podlogom, sa maksimalnim odstupanjem 5-10 cm.

3. INOCEL ADITIVI ZA ASFALTE

SMA – *Stone Mastic Asphalt* ili *Split Mastiks Asphalt* razvijen je u Nemačkoj šezdesetih godina pod imenom Mastiphalt ili Mastimac, zavisno od veličini maksimalnog zrna.

SMA se koristi kao završni sloj na putevima svih vrsta, od autoputeva sa visokom frekvencijom saobraćaja, brzim putevima sve do puteva sa velikim opterećenjem pa se čak koriste i za biciklističke staze i trotoare. Za razliku od asfaltnih mešavina standardnog, asfaltbetonskog tipa, veći udeo drobljenog agregata uz istovremeno veći udeo bitumenskog morta u SMA, stvara čvrstu i povezanu skeletnu strukturu koja pomaže da se “rasprši” prenese uticaj i delovanje na donje slojeve. To je jedan od razloga visoke otpornosti na habanje i trajne deformacije.

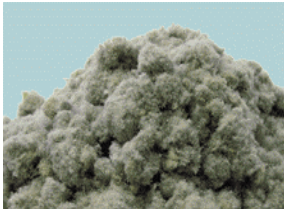
Zahvaljujući trodimenzionalnoj strukturi, celulozna vlakna zadržavaju relativno visoku viskoznost bitumenskog morta, sprečavaju njegovo proceđivanje i pojavu segregacije asfaltne mešavine na visokim temperaturama za vreme skladištenja, prevoza i ugradnje, a istovremeno omogućavaju stvaranje debljeg bitumenskog sloja oko svakog kamenog zrna, zaustavljajući time oksidaciju, prodiranje vlage i podizanje ili pucanje agregata.

INNOCELL vlakna su proizvedena novom turbinskom tehnologijom kojom se može očuvati originalna struktura vlakana više nego ijednom drugom konvencionalnom metodom. Glavna prednost ovog novog procesa proizvodnje je u smanjenoj količini prašine i visokom stepenu jednolikosti vlakana.

INNOCELL vlakna su takođe dostupna u obliku mikrogranula. Prednost mikrogranula je u brznoj distribuciji u mineralnoj smesi za vreme suvog mešanja. Mikrogranule otpuštaju INNOCELL vlakna lako i sigurno poboljšavaju kvalitet proizvodnje. INNOCELL mikrogranule su idealne za upotrebu pri automatizovanom doziranju.

INNOCELL vlakna i mikrogranule mešaju se zajedno s mineralnom smesom približno 5-15 sekundi, do potpune disperzije.

INNOCELL vlakana:



Zapreminska masa : cca. 20 g/l
Dužina vlakana: cca. 1100 μm
Prosečni \varnothing vlakna: cca. 45 μm
Preporučuje se doziranje: cca. 3 kg za tonu mešavine

INNOCELL mikrogranule:



Proizvedene od INNOCELL vlakana
Zapreminska masa: cca. 450 g/l

4. POLIURETANSKE DVOKOMPONENTNE SMOLE GEOPUR[®]

Dvokomponente poliuretanske smole GEOPUR[®] se koriste za ojačanje i izolaciju stena, zemljišta ili konstrukcija u rudnicima, geotehničkom podzemnom i građevinskom inženjeringu. Materijal je prikladan za popravku, armiranje i izolaciju pukotina u betonskoj konstrukciji i stenama i zidovima sa visokom adhezijom. Neki tipovi mogu da se koriste za izolaciju ispućalih konstrukcija protiv vode i gasa. Penušavi tipovi imaju svojstva termičke i zvučne izolacije.

GEOPUR[®] se koristi za: stabilizaciju slabih zona stena, zemljišta i uglja; ojačanje vlažnog zemljišta, stena ili zidova; sprečavanje procurivanja oko barijera i zidova kod podzemnih konstrukcija, izolacija dotoka mineralnih voda; stabilizaciju zona pukotina; istišnjavanje vode; zaustavljanje dotoka voda; injekcioni materijal za ankerisanje i mikrostubove; materijal za podvodno injektiranje; popunjavanje jama, šupljina, i drugo.

GEOPUR[®] se sastoji od:

GEOPUR[®], komponente A, tečnost boje meda (svi tipovi); mešavina polialkohola, akceleratora, jedinjenja koja redukuju zapaljivost, stabilizatori pene i vode i

GEOPUR[®], komponente B tamno braon – žuta tečnost (svi tipovi); polimetilen polifenilizocijanat, difenilmetan -4,4'-diizocijanat (MDI) i mešavina policikličnih oligomera zavisno od funkcije.

Nakon mešanja dve osnovne komponente u datoj razmeri, egzotermnom reakcijom nastaje poliuretanska smola. Stepenu penušavosti produkta determiniše njegova mehanička svojstva.

Početak reakcije očvršćavanja i penušanja može se odgoditi za sve sisteme do 360 sec. Standardni materijal počinje da peni kroz 2 minute. Odlaganje početka reakcije mora biti traženo u vreme dok je materijal čist. Ako je sistem već postavljen za kraće vreme reakcije, vreme nakon toga ne može biti produženo.

5. ADITIVI ZA POBOLJŠANJE KVALITETA CEMENTA PowerCem[®]

PowerCem[®] je brend ime za jedan izuzetan proizvod koji se koristi za različite i mnogobrojne svrhe, a pre svega kao dodatak (aditiv) cementu mada u specijalnim slučajevima može da se koristi i bez cementa.

To je fina praškasta supstanca koja se sastoji od zemnoalkalnih metalnih oksida, odabranih i specijalno dizajniranih sintetičkih zeolita, prirodnih zeolita i kompleksnog aktivatora.

PowerCem[®] je supstanca čije je dejstvo zasnovano na fizičko hemijskim procesima i ima osobine katalizatora, jonskog izmenjivača, neutralizatora, adsorbera. Istovremeno to je materijal koji poboljšava i povećava kvalitet proizvoda zasnovanih na upotrebi cementa pri skoro svim vrstama primene cementa. PowerCem[®] je materijal koji omogućava primenu cementa u oblastima gde se cement do sada nije značajnije koristio ili se uopšte nije koristio.

PowerCem[®] nije štetan ni toksičan po okolinu.

U Holandiji je PowerCem klasifikovan kao Građevinski Materijal I-ve kategorije uz isticanje da korišćenje nije štetno po okolinu. Kompozitni materijali stabilizovani/ojačani PowerCemom[®] su prošli odgovarajuće Holandske testove po pitanju uticaja na okolinu i zdravlje ljudi.

PowerCem[®] ima veoma široku primenu za poboljšanje karakteristika građevinskih materijala, za imobilizaciju i injektiranje, za zaštitu životne sredine kao i za mnoge druge namene: stabilizaciju zemljišta, stabilizaciju nasipa; niskogradnju i visokogradnju; imobilizaciju polutanata; dodatak za poboljšanje cementa i betona, dodatak malteru; injektiranje i gruntiranje i podzemnu stabilizaciju; tretman voda i otpadnih voda, izgradnju drenažnih sistema, kontrolu vodopropustljivosti; tretman i imobilizaciju hazardnog otpada, izolaciju deponija i sličnih objekata; zaštitu od korozije.

Kod izgradnje saobraćajnica PowerCem[®] omogućava značajne uštede kod izgradnje posteljica od koherentnog materijala jer omogućava značajno smanjenje debljina posteljice kako je to prikazano u tabeli 1.

Tabela 1: Prikaz smanjenja debljine posteljice primenom PowerCem[®]-a

	Konvencionalno rešenje		Rešenje sa PowerCem [®] -om
	Betonska osnova	Bitumenska osnova	PowerCem [®] i Cement korišćen sa in situ materijalom kao osnovom
Debljina posteljice (mm)	750	750	250
Dubina osnove (mm)	250	400	235
Ukupna debljina (mm)	1000	1150	485
Koeficijent redukcije	$1000/485 = \underline{2.06}$	$1150/485 = \underline{2.37}$	

Za osovinsko opterećenje od 80 kN i loš osnovni materijal na terenu (niske vrednosti CBR od 2%) i intenzitet saobraćaja od 100 miliona standardnih osovinski opterećenja, u praksi koeficijent redukcije iznosi od 1.5 do 3.0 u zavisnosti od lokalnih uslova uz smanjenje troškova izgradnje od oko 40% i smanjenje troškova održavanja do 80%.



Slika 2. Izgled i pakovanje PowerCem[®]-a

6. GABIONI, TERRAMESH, GREEN TERRAMESH SISTEM I MREŽA ZA ZAŠTITU OD ODRONA

Maccaferri mreža za zaštitu od odrona ujedno se koristi za proizvodnju gabiona, terramesh i green terramesh sistema - elementata za armiranje tla, reno madraca itd.

Navedeni elementi su izrađeni od heksagonalne mreže izrađene od teško pocinkovane žice (260-290 g/m² cinka) ili galvanizovane galfanom, prečnika ϕ 2.4, 2.7 i 3.0 mm, koja može biti sa PVC oblogom kao dodatnom zaštitom. Pocinkovano legurom galfan produžuje trajnost konstrukcije 4 puta u odnosu na materijale s običnim pocinčanjem.

Heksagonalna mreža je sa dvostrukim zavojem žice koji omogućava lokalizaciju oštećenja i sprečava dalje paranje mreže.

Proizvodi se primenjuju za izradu potpornih zidova (nagib kosina do 70°), armiranje tla, oblogu kanala, regulacije voda, zaštitu od erozije, zaštitu od odrona.

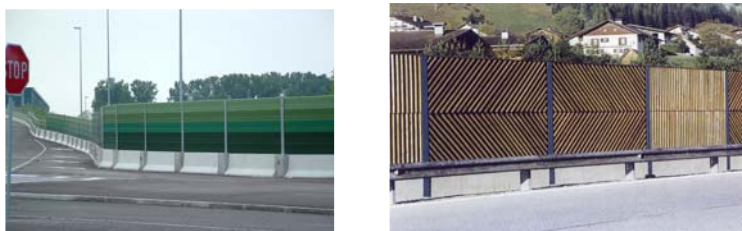
7. ELEMENTI PUTA I PUTNA OPREMA

7.1 Zaštita od buke

Verovatno najveći stepen ugrožavanja kvaliteta življenja u okolini puta prouzrokuje buka. Uticaj buke na čoveka je višestruk: od nerviranja, do nesanic, stresa, smenjene radne koncentracije i sl. Naši propisi dozvoljavaju nivo buke u stambenim zonama do 60 dB, a nešto veći nivo u radnoj zoni, do 65 dB. Na osnovu merenja, prosečan nivo buke na udaljenosti od cca 10 m od vozila iznosi za automobile oko 70 dB, a za teretne kamione i do 90 dB. Taj proizvedeni nivo buke nije moguće smanjiti bez fizičkih prepreka.

U zavisnosti od: lokacije i urbanističkih uslova; zahteva akustike, potreba reflektovanja, apsorpcije, potrebnog nivoa zaštite; zahteva bezbednosti saobraćaja; potrebe strukturne stabilnosti i održivosti oblika; otpornosti ili zaštićenosti protiv starenja i korozije; dimenzija i boja; potreba vatrootpornosti; otpornosti na udar kamena i jednostavnosti za održavanje i sl. mogu se predložiti sledeća rešenja u oblasti zaštiti od buke:

- zaštita od buke armiranim zemljanim nasipima koji mogu biti izrađeni primenom geomreže, green terramesh i terramesh sistema kao i izradom gabionskih zidova.
- zaštita od buke panelima koji mogu biti izrađeni od aluminijuma, drveta, polimernih materijala ili od aluminijuma i transparentnih panela, ili kombinacijom ove četiri varijante.



Slika 3: Zidovi za zaštitu od buke od polimernih i drvenih panela

7.2 Zaštita od zaslepljivanja

WERKOS sistem za zaštitu od zaslepljivanja® postavlja se u razdelni pojas puta i njega čini specijalna visokoprofilna polietilenska mreža, pričvršćena na pocinkovane cevi i žicu.

Opterećenja koja deluju na ogradu za zaštitu od zaslepljivanja su vlastita težina, vetar i sneg. S obzirom na malu težinu polietilenske mreže, njena se težina može zanemariti. U dosadašnjoj praksi su za zaštitu od zaslepljivanja korišćene uglavnom žive „zelene“ ograde, puni paneli, lamele. Osnovni nedostatak panela je veliko dinamičko opterećenje vetra na panel, vlastita težina. Sistem živih zelenih ograda zahteva redovno održavanje dok je kod WERKOS sistema održavanje u eksploataciji svedeno na najmanju moguću meru.

WERKOS sistem za zaštitu od zaslepljivanja LDPE mrežom montira se na stubove zaštitne odbojne ograde. Pričvršćivanje stubova ograde na nosače odbojnika u potpunosti je montažno čime se izbegava bušenje nosača i sprečava se pojava korozije.

Ugradnja se sprovodi sa dva različita tipa pričvršćenja. Stubovi se međusobno povezuju pocinkovanom žicom, postavljenom horizontalno na dnu, sredini i vrhu visine mreže. Prednapregnuta žica zajedno sa stubovima formira rešetku na koju se pričvršćuje LDPE mreža. Spoj mreže i stuba je osiguran pocinčanim profilima i vijcima, a spoj mreže i žice je izveden pocinčanim metalnim prstenovima.

Stubovi se pričvršćuju na zaštitnu odbojnu ogradu na razmaku od 2 m.



Slika 4: WERKOS sistem za zaštitu od zaslepljivanja LDPE mrežom

7.3 Sistem za sprečavanje formiranja poledice

Zimsko održavanje puteva predstavlja veliki problem nadležnim organizacijama i samim korisnicima, a troškovi zimskog održavanja, u zavisnosti od zime variraju i mogu uzimati značajan procenat u sumi ukupnog održavanja puteva.

Da bi se dobio efikasan i ekonomičan sistem, koji smanjuje rizik i omogućava odvijanje saobraćaja na svim ključnim putnim pravcima u okviru mreže puteva potrebno je uspostaviti kvalitetan sistem zimskog održavanja puteva.

Kompanija Boshung Mecatronic razvila je kompletan sistem za sprečavanje formiranja poledice na površini kolovoza.

Osnovni sistemi koji se koriste u zimskoj službi održavanja puteva su:

- sistem ranog uočavanja poledice - SRUP
- sistem za skupljanje informacija o vremenskim i putnim uslovima – SIVPU

- sistem za obradu podataka, koji ujedno i pravi bazu podataka
- alarmi koji u zavisnosti od primenjenog sistema mogu pozivati zimsku službu ili aktivirati sistem za prskanje odmrzavajućeg sredstva - SPOS

Jezgro SRUP-a čini mreža spoljašnjih mernih stanica – SMS. Koristeći sonde u kolovozu, ove stanice mere stanje površine kolovoza i zajedno sa meteorološkim sensorima mere parametre lokalne mikrokline. Ovi se podaci zatim obrađuju u računarskom centru. Nezavisno od mogućnosti merenja različitih parametara SMS omogućava automatsko upravljanje određenim alarmnim sistemima u zavisnosti od stanja na putu.

Na jednu spoljašnju mernu stanicu mogu se povezati sledeći senzori:

- senzor temperature vazduha, senzor padavina, barometar, merač brzine i smera vetra, higrometar i termometar, podzemni termometar, merač vidljivosti, merač visine snega, merač sunčevog zračenja
- sonde u kolovozu (aktivne – prilikom merenja uzimaju u obzir prisustvo sredstva za odmrzavanje ili čestice zagađivača na površini kolovoza, stanje vlažnosti kolovoza, predviđa tačku smrzavanja, prisustvo poledice, rizik od formiranja leda; pasivne – uz određeni algoritam mogu davati iste informacije kao i aktivna sonda, osim informacija o prisutnosti leda, dok se rizik od formiranja leda procenjuje; poluaktivna sonda – koristi se zajedno sa pasivnom sondom).
- magnetne petlje za brojanje vozila
- ARSO sistema (automatski rasprskivač sredstva za odmrzavanje)

Na osnovu obrađenih podataka i zadatih parametara sistem sprovodi sledeće aktivnosti:

- obaveštava službu za zimsko održavanje – mogu da pokriju veliko područje, mobilne su, ali im je operativnost uslovljena situacijom u saobraćaju i imaju duže vreme reagovanja na alarm.
- aktivira ARSO sistem (automatski rasprskivač sredstva za odmrzavanje) – koji ima reakciju u najoptimalnijem trenutku, preciznost posipanja/korišćenja sredstva, smanjenje štetnih uticaja na konstrukciju što produžava vek trajanja konstrukcije i omogućava korišćenje raznih vrsta sredstava za odmrzavanje u odgovarajućoj količini što utiče na zaštitu okoline puta.
- upravlja promenljivom saobraćajnom signalizacijom – uključuju se promenljivi saobraćajni znakovi opasnosti (sa simbolom vrste opasnosti) i u zavisnosti od toga uključuje se svetlosni promenljivi znak ograničenja brzine i na taj način vrši regulaciju saobraćaja.



Slika 5: Automatski rasprskivač sredstva za odmrzavanje

7.4 Sistem nadzora i analize saobraćaja

Sistem nadzora - detekcije, saobraćaja ima za cilj prikupljanje podataka o saobraćajnom toku što predstavlja podlogu za učinkovito upravljanje saobraćajnom infrastrukturom, što spada u njeno istraživanje, planiranje, projektovanje, građenje, rekonstrukciju, održavanje kao i upravljanje celokupnim saobraćajnim sistemom.

Kompanija Boshung Mecatronic razvila je automatski sistem nadzora i analize saobraćaja koji se sastoji od: pokretne video kamere BVS sistema koja u kombinaciji sa različitim modulima omogućava obavljanje sledećih funkcija:

- Uz BVS ANYTRA modul: daje podatke o broju i brzini kretanja vozila, preraspodeli vozila po saobraćajnim trakama puta.
- Uz BVS COSE modul: automatska detekcija saobraćajnih nezgoda: zaustavljena vozila, pogrešan smer
- Uz BVS FILE modul: dužina kolone vozila za uske deonice puta
- Uz BVS TRANSIMAGE modul: prenos podataka (slikovnih, numeričkih, ili alarma) do upravljačko - komandnog centra gde se vrši obrada prikupljenih podataka:
 - analiza saobraćajnog toka – broj vozila, brzina vožnje svake kategorije vozila, saobraćajno opterećenje (brojanje vozila po saobraćajnim trakama i kategorijama vozila), učestalost, razmak između vozila, klasifikacija vozila
 - automatska detekcija incidenta
 - merenje dužine kolone i zauzetosti kolovoza.

Na osnovu obrađenih podataka BVS sistem dalje omogućava:

- oglašavanje alarma usled saobraćajne nezgode ili saobraćajnih nepravilnosti zasnovanih na složenijim kriterijumima
- digitalno čuvanje fotografija koje su uzrokovale detekciju i pripadajuću analizu saobraćaja
- obrada digitalnih fotografija s video matrice (images wall)
- prikaz celokupne informacije u upravljačko - komandnom centru putem raspoloživih komunikacija (telefon, GSM, WAN, LAN,..)

Na licu mesta putem pokretne video - kamere, izdvaja se zapis slike vozila iz zapisa slike referentne okoline. Specijalni program zasnovan na vojnim tehnologijama omogućava praćenje više vozila istovremeno.

Zavisno od konačnog korisnika, sistem omogućava obavljanje različitih funkcija.

Iz navedenog se može zaključiti da jedan ovakav sistem na delu puta ili na nekoj raskrsnici pored snimanja, analize saobraćaja i detekcije incidenata može se koristiti i za regulisanje saobraćaja kako i za automatsku kontrolu poštovanja saobraćajnih propisa.

Ako se uzme u obzir da svetska iskustva pokazuju da je procenat saobraćajnih nezgoda koji se događaju na raskrsnicama kreće od 10% do 30% od ukupnog broja saobraćajnih nezgoda, a oko 50% tih nezgoda se događa na semaforisanim raskrsnicama i da se uvođenjem jednog sistema za automatsku kontrolu poštovanja saobraćajnih propisa broj tih nezgoda može smanjiti i do 50% onda postoji i opravdanost za postavljanje jednog ovakvog sistema [1].

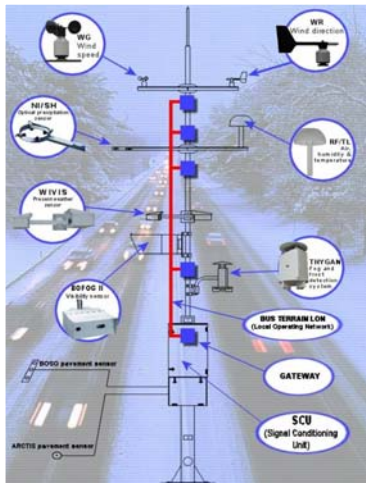
7.5 Putne stanice

Putna stanica (podstanica) je sistem koji prikuplja podatke na jednoj deonici puta preko spoljašnjih mernih stanica SMS i sistema nadzora - detekcije saobraćaja i nakon obrade vrši upravljanje saobraćajnim i energetskim podsistemom i podsistemom rasvete na određenoj deonici puta ili raskrsnici.

Više putnih stanica, međusobno povezanih, čine integralni sistem upravljanja nekog puta ili inteligentni transportni sistem - ITS. Međusobno povezivanje više putnih stanica na jednoj deonici omogućava da se iz jedne putne stanice – podstanice vrši obrađivanje podataka, upravljanje i nadziranje segmenata deonice puta, čvorišta ili kompletne deonice puta. Broj daljinskih stanica (podstanica) zavisi od opterećenja signalima, udaljenosti i složenosti tehnologije objekta.

Sistem putnih stanica na nekom putu treba da predstavlja jedan celokupan sistem koji može da vrši: snimanje saobraćaja, obradu podataka, regulisanje saobraćaja, informisanje vozača, blagovremeno reagovanje na sve vremenske uslove i automatsku kontrolu poštovanja saobraćajnih propisa. Kao takav, sistem putnih stanica može da poveća nivo bezbednosti

saobraćaja, brže odvijanje saobraćaja i pored toga doprinosi i povećanju zaštite životne sredine.



Slika 6: Spoljašnja merna stanica i sistem za obradu i čuvanje podataka

8. ZAKLJUČCI

U strukturi faktora od kojih zavisi bezbednost i protočnost saobraćaja, pored ljudskog faktora, put zauzima značajno mesto jer brojnošću svojih elemenata utiče na nastajanje saobraćajnih nezgoda i pojavu zastoja i prekida u saobraćaju [2].

Ako uzmemo u obzir da samo troškovi saobraćajnih nezgoda na nacionalnom nivou u 2003. godini iznose 257 miliona evra [3] na koje je potrebno dodati, troškove koji su nastali usled zastoja i korišćenja alternativnih putnih pravaca zbog izgradnje, rekonstrukcije i održavanja puteva, kao i troškove rekonstrukcije i održavanja puteva onda je opravdano prilikom procesa planiranja, projektovanja, rekonstrukcije i održavanja saobraćajnica koristiti nove materijale i tehnologije, kao i uvođenje sistema za praćenja i analizu saobraćaja.

Zbog toga treba napraviti poseban osvrt na primenu novih materijala i tehnologija u oblasti putogradnje, jer primena ovih materijala ima uticaj na uštedu i poboljšanje u domenu brže, sigurnije i efikasnije izgradnje kolovozne konstrukcije i elemenata puta, njihovo održavanje, kao i na uticaj na bezbednost i protok saobraćaja prilikom izgradnje, rekonstrukcije i održavanja nekog putnog pravca. Posebno treba istaći da mnogi prikazani materijali imaju veoma široku primenu u oblasti zaštite životne sredine, naročito sprečavanja zagađivanja podzemnih voda i površinskih voda putem kontrole infiltracije, a takođe i kod tretmana i imobilizacije raznih vrsta otpada posebno hazardnog otpada.

9. REFERENCE

- [1] M.Vujanić, i dr. *Značaj i mogućnosti uvođenja kamera za snimanje prolazaka na crveno svetlo u našim uslovima*, Novi Sad, Srbija, 2006.
- [2] V.Bogdanović, i dr. *Uticaj stanja kolovoz na brzinu kretanja vozila*, Novi Sad, Srbija, 2006.
- [3] B.Antić, *Određivanje troškova saobraćajnih nezgoda u Srbiji primenom modela dominantnih troškova*, Novi Sad, Srbija, 2006.