

OPIS IZUMA

Polje tehnike

5 Ovaj izum općenito se odnosi na područje mjerenja defleksije u kolničkoj konstrukciji odnosno senzora za mjerenje ponašanja kolničke konstrukcije pod opterećenjem.

Predmetni izum može se općenito klasificirati prema IPC-u u klasu G01L 1/00 koja se odnosi na uređaje za mjerenje elastične ili plastične (nepovratne) deformacije i G01P 15/00 koja obuhvaća mjerenje akceleracije i G sile.

Opis stanja tehnike

10 Ceste se uobičajeno sastoje od nekoliko slojeva, od kojih je najpoznatiji asfalt, odnosno habajući sloj po kojemu se voze automobili, autobusi i kamioni. Osim asfalta, gornji habajući sloj može biti i od betona, kada se radi o cestama starijim od 40-50 godina, ili kada se radi o udaljenim lokacijama na koje se ne može dostaviti vrući asfalt za ugradnju, ispod asfalta se nalazi nosiva konstrukcija, koja je zapravo zbijeni vezani ili nevezani kameni agregat u prosječnoj debljini od 20 do 50 centimetara.

20 Kako je većina prometnica u svijetu već izgrađena, i kako se fokus prebacuje na održavanje prometne infrastrukture, tako se i povećavaju troškovi i sredstva koja se ulažu u sanacije, rekonstrukcije i obnove cesta. Kako bi se moglo pristupiti navedenim radovima, projektanti prethodno moraju izraditi konkretne projekte na osnovu kojih će izvođači izvesti radove. Da bi projektanti mogli definirati način i opseg obnove, rekonstrukcije ili sanacije, moraju se provesti terenski istražni radovi i ispitivanja materijala na terenu i laboratoriju sa ocjenom nosivosti postojeće kolničke konstrukcije bilo razornim ili nerazornim metodama, ili kombinacijom jednih i drugih.

25 Među razorne metode spadaju i istražni radovi, a jedno od ispitivanja koje se uobičajeno obavlja je ispitivanje nosive kolničke konstrukcije i posteljice, na način da se gornji sloj asfalta izreže, te se potom bagerom (kao univerzalnim građevinskim strojem) iskopa kameni agregat kako bi se dinamičkom pločom ispitala nosivost posteljice na dnu iskopanog rova, odnosno kako bi se odredio modul elastičnosti. Vrijednosti koje su potrebne za određena prometna opterećenja su poznate, pa se određivanjem različitih parametara (uklanjanje sloja gline ili drugog neprimjerenog materijala, ugradnja drenaže, određivanje vrste i kvalitete materijala za mehanički zbijeni sloj, kao i njegove debljine, i drugo) može dimenzionirati prometnica kako bi podnosila veća opterećenja i veću količinu prometa, te kako bi prometnica bila projektirana na dulji vijek trajanja. Činjenica je da su navedena ispitivanja skupa, da je za provedbu istih potrebna uspostava prometne regulacije i ograničavanje protočnosti i sigurnog odvijanja prometa paralelno sa izvođenjem građevinskih radova iskopa i sanacije iskopa, da se pritom dobije podatak koji vrijedi samo u trenutku ispitivanja, te ne uzima u obzir mogućnost utjecaja različitih uvjeta tijekom godine, od čega je osobito značajan utjecaj temperature i vlage koje se kroz godinu značajno mijenjaju u kolničkoj konstrukciji.

40 Pored razornih metoda, postoji i nerazorna metoda ispitivanja s uređajem „*Falling Weight Deflectometer*“ koji simulira prometno opterećenje teških vozila (kamiona) te mjeri elastičnost nosivih slojeva kolničke konstrukcije iz čega se može proračunati nosivost, odnosno uz veću učestalost ispitivanja pronaći dijelovi prometnice koje treba ojačati kako bi podnosila predviđeni promet. Kod primjene ovog nerazornog postupka, koji za prednost ima veliku brzinu provedbe mjerenja također postoje značajna ograničenja. Najbitnije je to da se progibi u kolničkoj konstrukciji izračunavaju indirektnim mjerenjem povratnog zvučnog vala sa površine kolnika, a ne direktnim mjerenjem u samoj kolničkoj konstrukciji, niti u različitim slojevima kolničke konstrukcije neovisno (pojašnjenja radi, progib kolničke konstrukcije je deformacija u obliku savijanja koja nastaje pod djelovanjem određenog opterećenja). Zatim, činjenica je da se progibi ovim postupkom mjere pod fiksnim opterećenjem, samo u datom trenutku, a ne pod stvarnim opterećenjem različitih vozila u kontinuiranom vremenskom periodu. Osim toga se ne uvažava niti stvarni broj prelazaka vozila realne mase/opterećenja. Dodatno ograničenje je i to da i ovaj postupak, iako je u suštini nerazoran ipak traži, iako u manjoj učestalosti, i provedbu sondažnih iskopa te utvrđivanje stvarne debljine slojeva za potrebe kalibracije. Konačno, mjerni uređaj *Falling Weight Deflectometer* zahtjeva i paralelno mjerenje debljine slojeva Georadarom što sve zajedno znači upotrebu vrlo skupih mjernih sustava koji su vrlo rijetki i ograničeno dostupni projektantima. U Hrvatskoj postoji jedan takav sustav, a u Austriji npr. tri.

55 Kao vrlo učinkovita, precizna i za široku primjenu lako dostupna alternativa u dobroj mjeri bi se navedeni podaci potrebni za izradu projekata ojačanja, rekonstrukcije, obnove i sanacije prometnica mogli dobiti ugradnjom senzora kojima bi mjerio utjecaj teških vozila na granici mehanički zbijenog nosivog sloja i posteljice unutar konstrukcije ceste; ukoliko bi senzor očitao velike elastične pomake, to bi značilo da mehanički zbijeni nosivi sloj ne podnosi trenutna opterećenja, a ukoliko bi došlo do plastičnih, odnosno trajnih deformacija, to bi moglo značiti propadanje posteljice, ili kombinaciju preslabog, ili ne u dovoljnoj mjeri debelog mehanički zbijenog nosivog sloja, sloja asfalta i loše posteljice koja nema dovoljnu nosivost. Takvo propadanje bi bilo vidljivo i na površini prometnice u obliku udarnih rupa i udubljenja, te bi daljnjim prometovanjem bez ograničenja došlo do značajne progresije deformacija i potpunog sloma kolničke

konstrukcije u konačnici. Senzori bi mogli nakon ugradnje bilježiti i slati podatke i nekoliko mjeseci, pa i više godina, kako bi se skupilo dovoljno informacija za dimenzioniranje buduće prometnice, odnosno kako bi se javnim sredstvima za obnovu prometnica raspolagalo na učinkovit i društveno odgovoran način. Procjena je da bi senzori mogli donijeti uštedu i do 50% u odnosu na klasične razorne i nerazorne metode mjerenja nosivosti kolničke konstrukcije, ali dugoročno donijeti i velike uštede javnim tvrtkama koje sredstvima prikupljenim iz izravnih poreza i trošarina upravljaju i održavaju javne prometnice, jer bi se značajno opterećene prometnice mogle projektirati da takva opterećenja i podnose na projektirani rok, odnosno da prometnice koje više ne trpe velika opterećenja nemaju više potrebe imati skupo izvedene slojeve kolničke konstrukcije, već se mogu projektirati na manju nosivost odnosno obnoviti sa značajno manjim zahvatom radova, tanjim asfaltnim slojevima i plićim zadiranjem u obnovu nosivih slojeva, a u većini slučajeva bi se mogla primijeniti i tehnologija obnove kolnika recikliranjem.

Ova mjerenja su izrazito bitna s obzirom na povećanje standarda u društvu, a time i povećanja potrošnje dobara, koja se prevoze kamionima. Ovisno o kvaliteti kolničke konstrukcije, istraživanja su pokazala da jedan opterećeni šleper ili kamion za prijevoz građevinskog materijala ošteti cestu kao prolazak od 10.000 do 80.000 osobnih automobila. Stoga je i detekcija preopterećenih kamiona u prometu od značajnog interesa za javna tijela koja upravljaju cestama (državnim, lokalnim, autoputevima), kako bi se takve pojave detektirale i spriječile, jer su posljedice značajne štete i skupi popravci, a upravo senzor za ponašanje kolničke konstrukcije pod opterećenjem može upravo to - detektirati opterećenja vozila koja su veća od projektirane nosivosti kolničke konstrukcije uslijed kojih dolazi do velikih elastičnih, ili do trajnih plastičnih deformacija kolničke konstrukcije. U slučaju da se senzor koristi u ovu svrhu, nakon ugradnje takvih sustava senzora na nekoj prometnici, preko navedenih senzora prođe vozilo najveće dopuštene mase, odnosno osovinskog opterećenja te vozilo koje je preopterećeno, a zatim se iz očitanih deformacija za oba vozila i njihove razlike postave granične vrijednosti akceleracije koje predstavljaju vozila veće mase od najveće dopuštene te su onda senzori u stanju sami slati informacije u slučaju prolaska takvog vozila.

Područje primjene senzora prikazano u postojećoj patentnoj prijavi za mjerenje ponašanja kolničke konstrukcije pod opterećenjem je vrlo specifično i visoke stručne primjene. Ispitivanja nosivosti kolničke konstrukcije obavljaju specijalizirani građevinski laboratoriji i instituti koristeći opremu koja nije u bitnom napredovala od 1980-ih godina; to su dinamička i statička ploča, Falling Weight Deflectometer, te posredno ispitivanja fizikalno - mehaničkih svojstava u laboratoriju, gdje se na osnovu dobivenih rezultata može procijeniti kvaliteta i nosivost kolničke konstrukcije.

Unatoč cjelokupnom razumijevanju podnositelja zahtjeva, sljedeće patentne prijave smatraju se bliskim stanjem tehnike.

CN105064187A - Senzor za kontinuirano praćenje vertikalnih deformacija asfaltnog kolnika temeljen na tehnologiji senzora optičkih vlakana.

Ovaj se izum se odnosi na senzor za kontinuirano praćenje vertikalnih deformacija asfaltnog kolnika koji se temelji na senzorskoj tehnologiji optičkih vlakana. Senzor za kontinuirano praćenje vertikalne deformacije asfaltnog kolnika karakteriziran je time što je senzor za kontinuirano praćenje vertikalne deformacije asfaltnog kolnika postavljen na donjem dijelu asfaltnog kolnika koji treba detektirati oštećenja, a potom se neposredno izvodi asfaltira nje i valjanje ceste.

US11474013B2 - Platforma za ispitivanje cikličkog zamora valjanja za određivanje duktilnosti asfalta.

Ovaj izum otkriva test performansi na zamor i inducira prometno analogno okruženje naprezanja i deformacija od 60 ciklusa u poprečni presjek kolnika kroz kotrljajuću platformu cikličkog zamora. Podaci iz dinamike susreta otkrivaju gdje dolazi do nakupljanja naprezanja znatno prije nego što se u uzorku kolnika pojave vanjski, vizualno vidljivi dokazi loma uslijed zamora uslijed pukotina ili trajne deformacije. Odgovarajuće podešavanje ugrađenog senzorskog firmware-a uspostavlja osnovni status za uzorak nakon čega dolazni podaci prikupljeni tijekom dinamičkog susreta naprezanja i naprezanja otkrivaju detalje nakupljanja zamora. Pojašnjenja radi, duktilnost je svojstvo materijala da podnese deformaciju bez loma. Što je veću deformaciju materijal sposoban podnijeti bez krhkog loma to je duktilniji.

Izum otkriven u postojećoj patentnoj prijavi je očigledno različan od bliskih izuma poznati stanju tehnike, jer je donji senzor malih dimenzija, gotovo veličine kamenog agregata koji ga okružuje u prometnici (dimenzije cca 55x22mm), te mjeri akceleraciju po svim osima (XYZ), a ne samo vertikalno što je slučaj sa izumima iz stanja tehnike. Nadalje, ugradnja je i jednostavnija, jer zahtijeva bušenje rupe na površini asfalta u promjeru od cca 10 centimetara, nakon čega se običnom bušilicom u mehanički zbijenom sloju buši rupa promjera cca 20-30 mm, nakon čega se funkcijom čekića na bušilici donji senzor zabija na potrebnu dubinu do granice mehanički zbijenog nosivog sloja i posteljice. Senzor koji je opisan u postojećoj patentnoj prijavi je predviđen za gustu ugradnju u prometnicu, ovisno o konfiguraciji i zamijećenim oštećenjima na površini, inženjeri određuju mjesta ugradnje, u prosjeku na svakih 50 metara ceste po jedan senzor, odnosno oko 20 senzora na svaki kilometar. Predviđena cijena ugradnje jednog senzora je od 150 do 200 eura, uz posebnu naknadu za obradu podataka i izradu izvještaja, ovisno o potrebnom roku trajanja. Prema potrebi, gornje kućište na površini asfalta se može otvoriti da bi se zamijenile elektroničke komponente ili baterija. Prema zadnjim informacijama, na tržištu je primjerice dosadašnji Infratest senzor, međutim cijena jednog Infratestovog senzora koji mjeri samo

vertikalnu akceleraciju iznosi od 15.000 do 25.000 EUR s ugradnjom, te se ova dva uređaja ne mogu uspoređivati. Infratestov uređaj primarno služi za snimanje temperatura na 6 točaka, uz cilindrične dimenzije uređaja promjera 60mm i visine 270 mm. Uređaj iz opisanog izuma u ovoj patentnoj prijavi primarno mjeri akceleracije iz kojih proračunava G sile, a iz kojih softver proračunava defleksije odnosno pomake (što Infratestov uređaj ne radi, a niti ne može raditi zbog samih karakteristika uređaja), osim toga opisani senzor u jednoj od varijanti izvedbe može mjeriti i temperature u kolničkoj konstrukciji.

Još jedna bitna razlika sa sensorima poznatim stanju tehnike je što se u senzoru opisan u ovoj patentnoj prijavi nalazi računalo koje može samostalno softverski obraditi izmjerene podatke i na mrežu poslati samo one koje su predmet interesa tj. analize (kritične deformacije, preopterećena vozila, prolasci vozila) i osim toga potpuno neovisno mjeri ponašanje asfaltnih slojeva kolničke konstrukcije i nevezanih nosivih slojeva ispod asfalta.

Ostali slični izumi iz stanja tehnike poznati u obimu konkretne primjene nisu poznati podnositelju ove prijave, iako se mora napomenuti da na tržištu postoje skupi uređaji koji se pod određenim uvjetima mogu koristiti za mjerenje isključivo vertikalne akceleracije samo u slojevima asfalta u cesti, poput uređaja Core Interface proizvođača tvrtke Infratest

Sažetak izuma

Izum otkriven u ovoj patentnoj prijavi odnosi se na uređaj koji se sastoji od dvije komponente, gornjeg i donjeg kućišta; u gornjem je smještena elektronička tiskana pločica s procesorskom jedinicom, napajanjem, komunikacijskim modulima i izmjenjivom baterijom - te se kao takav ugrađuje u površinskim slojevima kolničke konstrukcije (unutar asfalta), dok je u tzv. donjem kućištu smješten senzor - akcelerometar, koji mjeri G sile, koje se potom matematičkim formulama preračunavaju u defleksije - donje kućište se ugrađuje u nosivu kolničku konstrukciju na dubini od 40-60 centimetara ispod površine prometnice.

Senzor za mjerenje ponašanja kolničke konstrukcije pod opterećenjem koji se ugrađuje tako da se donji dio senzora ugradi na dubinu na kojoj se nalazi spoj mehanički zbijenog nosivog sloja (najčešće nevezani kameni materijal) i posteljice (površina zemlje očišćena od sloja humusa na kojemu se gradi prometnica), kako bi mjerio elastične ili plastične (nepovratne) deformacije tijekom predviđenog razdoblja pod stvarnim prometnim opterećenjem u dužem kontinuiranom vremenskom periodu, koji može biti i više od godine dana. Senzor nakon ugradnje mjeri G sile, a poseban program koji se nalazi u memoriji upravljačke jedinice u senzoru, ili program koji obrađuje podatke poslane na poslužitelj i spremljene u bazu podataka, preračunava dobivene vrijednosti u pomake, odnosno elastične ili plastične deformacije na osnovu kojih inženjeri koji se bave proračunima defleksije mogu zaključiti da li su promjene i defleksije unutar dopuštenih, ili odstupaju i ukazuju na određene promjene koje će rezultirati oštećenjima kolničke konstrukcije.

Kratak opis slika

Uz opis tehničkog rješenja, a radi boljeg razumijevanja značajki izuma, sukladno dolje navedenom objašnjenju praktične izvedbe izuma, priložene su sljedeće slike:

Slika 1 - Izgled donjeg senzora
Slika 2 - Izgled kućišta

Detaljan opis izuma

Uređaj se sastoji od dva kućišta; u donjem, metalnom kućištu se nalazi digitalni akcelerometar s ugrađenom funkcijom žiroskopa, koji mjeri G sile frekvencijom do 1000 Hertza, ili više, ovisno o modelu, dubini ugradnje i konkretnim potrebama na određenoj prometnici. Dubina ugradnje uobičajeno iznosi od 40-70 centimetara od površine asfalta, odnosno ugrađuje se na granici mehanički zbijenog sloja kolničke konstrukcije i posteljice (zemljanog sloja na kojem se gradi prometnica). Povezuje se s gornjim kućištem kabelom putem kojega dobiva napajanje i šalje podatke.

Gornje kućište se izrađuje od tvrde plastike, a u njega se ugrađuje elektronska tiskana pločica s procesorom, memorijom, komunikacijskim modulom za slanje podataka putem NB-IoT (Narrowband Internet of Things) ili standardne mobilne mreže. U njega se instalira upravljački softver koji se može podešavati daljinski, slanjem naredbi, na način da se odredi gustoća bilježenja i slanja podataka, odnosno mogu se određivati minimalne i maksimalne granice zabilježenih sila akceleracije a koje će se slati na server ili direktno korisniku. Tim naredbama se može odrediti učestalost slanja podataka, naprimjer da uređaj od 4000 zabilježenih sila akceleracije izdvoji 100 najvećih sila, te da ih u tim intervalima šalje na poslužitelj - server, ili jednom dnevno, tjedno ili slično, ovisno o gustoći prometa i zabilježenim silama. Obrada izmjerenih podataka akceleracije i izračun pomaka može se provoditi na samom senzoru ili se podaci obrađuju na serveru koji prikuplja podatke sa cijelog sustava ugrađenih senzora na nekoj prometnici. Izračun podataka o vertikalnim pregibima provodi se na temelju izmjerenih akceleracija u dvije iteracije prema sljedećim formulama:

$$v_c(i) = v_c(i-1) + \frac{a(i-1) + a(i)}{2} \Delta t$$

$$d_c(i) = d_c(i-1) + \frac{v(i-1) + v(i)}{2} \Delta t$$

Gdje je $a(i)$ izmjerena akceleracija, a $v_c(i)$ izračunata brzina odnosno $d_c(i)$ izračunata deformacija. Deformacija se dakle dobiva dvostrukom integracijom na temelju izmjerene akceleracije.

5

PATENTNI ZAHTJEVI

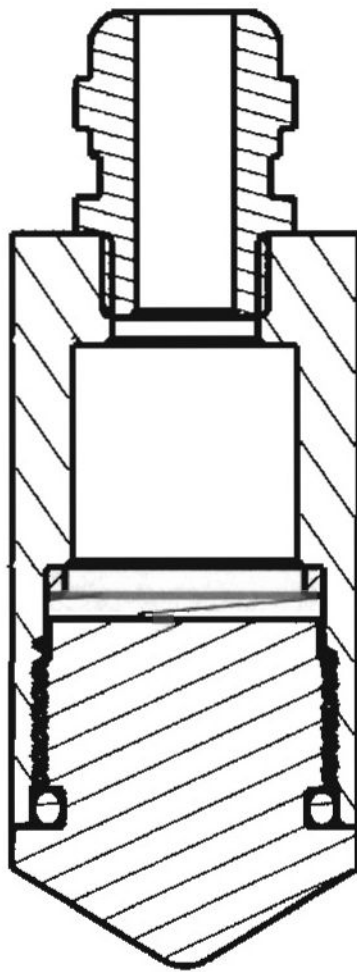
1. Uređaj za mjerenje defleksije u kolničkoj konstrukciji karakterističan s time da se sastoji od:
 - gornjeg kućišta koje se izrađuje od tvrde plastike i u kojem se ugrađuje elektronska tiskana pločica s procesorom, memorijom, komunikacijskim modulom za slanje podataka putem NB-IoT (Narrowband Internet of Things) ili standardne mobilne mreže, i
 - donjeg kućišta koje se izrađuje od metala i u kojem je smješten senzor - digitalni akcelerometar s ugrađenom funkcijom žiroskopa, koji mjeri G sile frekvencijom do 1000 Hertza, ili više, ovisno o modelu, dubini ugradnje i konkretnim potrebama na određenoj prometnici,
 pri čemu se donje kućište povezuje s gornjim kućištem kabelom putem kojega dobiva napajanje i šalje podatke.
2. Uređaj u suglasnosti sa patentnim zahtjevom 1, naznačen time da se gornje kućište ugrađuje u površinskim slojevima kolničke konstrukcije (unutar asfalta) dok se donje kućište ugrađuje u nosivu kolničku konstrukciju na dubini od 40 - 70 centimetara od površine asfalta, odnosno ugrađuje se na granici mehanički zbijenog sloja kolničke konstrukcije i posteljice (zemljanog sloja na kojem se gradi prometnica).
3. Uređaj u suglasnosti sa patentnim zahtjevom 1, naznačen time da navedeni senzor za mjerenje ponašanja kolničke konstrukcije pod opterećenjem se ugrađuje tako da se donji dio senzora ugradi na dubinu na kojoj se nalazi spoj mehanički zbijenog nosivog sloja (najčešće nevezani kameni materijal) i posteljice (površina zemlje očišćena od sloja humusa na kojemu se gradi prometnica), kako bi mjerio elastične ili plastične (nepovratne) deformacije tijekom predviđenog razdoblja pod stvarnim prometnim opterećenjem u dužem kontinuiranom vremenskom periodu, koji može biti i više od godine dana.
4. Uređaj u suglasnosti sa patentnim zahtjevom 3, naznačen time da navedeni senzor nakon ugradnje mjeri G sile, a poseban program koji se nalazi u memoriji upravljačke jedinice u senzoru, ili program koji obrađuje podatke poslane na poslužitelj i spremljene u bazu podataka, preračunava dobivene vrijednosti u pomake, odnosno elastične ili plastične deformacije na osnovu proračuna defleksije može se zaključiti da li su promjene i defleksije unutar dopuštenih, ili odstupaju i ukazuju na određene promjene koje će rezultirati oštećenjima kolničke konstrukcije.
5. Uređaj u suglasnosti sa patentnim zahtjevima 3 i 4, naznačen time da se obrada izmjerenih podataka akceleracije i izračun pomaka provodi na samom navedenom senzoru ili se podaci obrađuju na serveru koji prikuplja podatke sa cijelog sustava ugrađenih senzora na nekoj prometnici dok izračun podataka o vertikalnim pregibima provodi se na temelju izmjerenih akceleracija u dvije iteracije prema slijedećim formulama:

$$v_c(i) = v_c(i-1) + \frac{a(i-1) + a(i)}{2} \Delta t$$

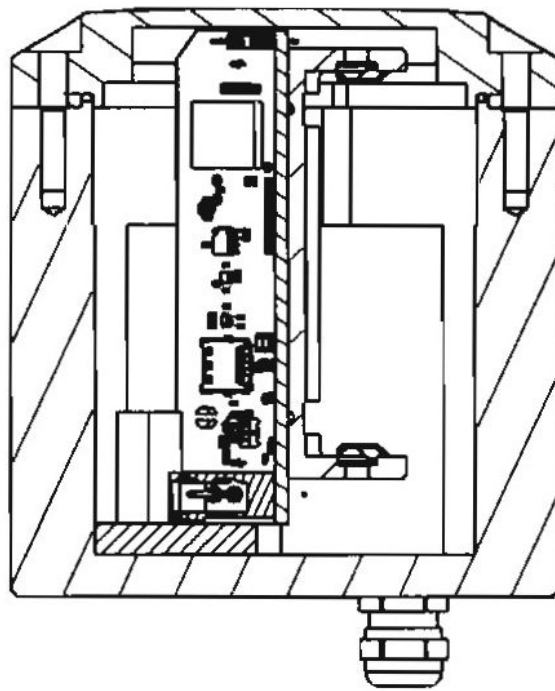
$$d_c(i) = d_c(i-1) + \frac{v(i-1) + v(i)}{2} \Delta t$$

gdje je $a(i)$ izmjerena akceleracija, a $v_c(i)$ izračunata brzina odnosno $d_c(i)$ izračunata deformacija. Deformacija se dakle dobiva dvostrukom integracijom na temelju izmjerene akceleracije.

6. Uređaj u suglasnosti sa patentnim zahtjevom 1, naznačen time da se u gornjem kućištu instalira upravljački softver koji se može podešavati daljinski, slanjem naredbi, na način da se odredi gustoća bilježenja i slanja podataka, odnosno mogu se određivati minimalne i maksimalne granice zabilježenih sila akceleracije a koje će se slati na server ili direktno korisniku pri čemu s tim naredbama se može odrediti učestalost slanja podataka, naprimjer da uređaj od 4000 zabilježenih sila akceleracije izdvoji 100 najvećih sila, te da ih u tim intervalima šalje na poslužitelj - server, ili jednom dnevno, tjedno ili slično, ovisno o gustoći prometa i zabilježenim silama.



Slika 1



Slika 2

IZVJEŠTAJ O PRETRAŽIVANJU STANJA TEHNIKE

Prijava/broj: **P20231374A**

Podnositelj prijave: GEOPROJEKT, dioničko društvo za geodetske poslove, građevinsko projektiranje i nadzor, Sukošanska 43, 21000 Split, Hrvatska	
Datum podnošenja: 30.10.2023.	Broj međunarodne prijave:
Datum prava prvenstva:	Broj prava prvenstva:

Međunarodna klasifikacija патената (MKP): G01L 1/00, G01P 15/00, E01C23/01
Pretražena područja (MKP): G01L, G01P
Elektronička baza podataka korištena u pretraživanju: baza DZIV-a, Epodoc
DOKUMENTI KOJI SE SMATRAJU RELEVANTNIM

Kategorija*	Citiranje dokumenata s naznakom relevantnih dijelova, gdje je to prikladno	Relevantan za patentni zahtjev
X Y	WO2023009889A1 [TENSAR INT CORPORATION] 2. veljače 2023. cijeli dokument ----	1 2-6
Y	Rini Kusumawardani et al: „The impact of vehicle load inducing vibrations on the subgrade soil particle acceleration”, <i>Journal of Engineering Science and Technology</i> Vol. 13(6) str. 1440-1450, 6. lipnja 2018. cijeli dokument; posebno str. 1444-1445 i slika 1 ----	2-6
Y	Martin Arrigada et al: „Calculation of displacements of measured accelerations, analysis of two accelerometers and application in road engineering”, <i>Swiss Transport Research Conference</i> 1-17. ožujka 2006. 28. studenog 2008. cijeli dokument; posebno formule (3) i (4) na str. 6 ----	5
A	Zhoujing Ye et al: „A distributed pavement monitoring system based on Internet of Things”, <i>Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)</i> , Vol. 9(2), str. 305-317, 7. kolovoza 2022. cijeli dokument ----	1-6
A	Zhoujing Ye et al: „Real-Time and Efficient Traffic Information Acquisition via Pavement Vibration IoT Monitoring System”, <i>Sensors</i> , Vol. 21(8) 10. travnja 2021. cijeli dokument ----	1-6

*Kategorije citiranih dokumenata:	
X: posebno relevantan za novost ili inventivnu razinu izuma ako se dokument uzima sam Y: posebno relevantan za inventivnu razinu izuma ako se kombinira s jednim ili više dokumenta iste kategorije A: definira opće stanje tehnike koje se ne smatra posebno relevantnim O: odnosi se na usmeno priopćavanje, upotrebu, izlaganje ili neki drugi način P: objavljen prije datuma podnošenja prijave, ali nakon priznatog datuma prava prvenstva	E: objavljen na datum podnošenja prijave ili nakon njega (raniji dokument) T: objavljen nakon datuma podnošenja prijave ili datuma prava prvenstva (kasniji dokument), a navodi se kako bi se razumio princip ili teorija na kojima se izum zasniva D: citiran u prijavi L: citiran iz drugih razloga &: pripada istoj patentnoj familiji
Datum izrade: 20. lipnja 2024.	Patentni ispitivač: Ivo Mišur, mag.ing.