

Teksts — Gunita Nagle

Foto no RTU fotoarhīva un Jāņa Braunfelda personīgā arhīva

Asfalta jutīgā āda

Jaunajam zinātniekam Jānim Braunfeldam izdevies ceļu segumā iestrādāt optisko šķiedru sensorus, kuri drīzā nākotnē palīdzēs sekot ceļu kvalitātei

KAD PAGĀJUŠAJĀ gadā tika pabeigti Rīga–Sigulda un Rīga–Jelgava valsts nozīmes autoceļu remontdarbi, tas bija milzu atvieglojums tūkstošiem autobraucēju, kuriem vairs nevajadzēja ceļā uz darbu vai mājām nīkt sastrēgumos. Iespēja atkal braukt ierastajā ātrumā pa jaunu, gludu asfaltu radīja fantastisku prieku. Bet mēs nemaz nenojautām, ka remonta laikā abos autoceļos notiek arī zinātniskais darbs. Siguldas šosejā tika iestrādāti trīs optisko šķiedru sensori, bet uz Jelgavas ceļa – septiņi. Tas bija Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) doktorantūras 3. kursa studenta Jāņa Braunfelda projekts.

Lielākā daļa no šiem sensoriem ļauj noteikt, kā dažādu smagumu automašīnas un satiksmes intensitāte deformē ceļu klājumu. Bet trīs sensori mēra ceļa klājuma temperatūru, ļaujot precīzi noteikt, kad ceļiem vajadzīgi, piemēram, pretslīdes materiāli.

Nākamais jaunā zinātnieka Braunfelda uzdevums ir savienot šos sensorus ar optiskās šķiedras kabeļiem, kas ļautu ceļu stā-

«Pasaulē nav bijis daudz gadījumu, kad optisko šķiedru sensorus iestrādā ceļu segumos»

vokli uzraudzīt attālināti. Viņš ir viens no tiem zinātniekiem, kuri izstrādā risinājumus arī nākotnes viedajām pilsētām.

KAS TIE PAR «STIKLA DIEGIEM»?
Jānis Braunfelds ir viens no diviem doktorantūras studentiem, kas studē un vienlaikus arī strādā pirms diviem gadiem RTU izveidotajā programmā *Industriālais doktors*.



Zinātne paplašina pasauli!



KĀ TAS NOTIEK?



Augstskola to izveidoja kopā ar mobilo sakaru pakalpojumu uzņēmumu *LMT*, gādājot, lai zinātniskās inovācijas pēc iespējas ātrāk kalpotu industrijas vajadzībām. Tas nozīmē, ka, jau izstrādājot promocijas darbu, doktoranti mērķtiecīgi sadarbojas ar kādu no Latvijas uzņēmumiem, lai izgudrojumu varētu pēc iespējas drīzāk likt lietā.

Pašlaik programmā atbalstīti divi virzieni. Vienā doktorants Rūdolfs Rumba izstrādā metodes autonomo dronu satiksmes regulēšanai un kontrolēšanai, lai padarītu šo lidaparātu pārvietošanos drošāku. Savukārt Jānis Braunfelds veido universālu tehnoloģiju viedo ceļu sensoru signālu apstrādei reālā laikā. «Optiskā šķiedra ir salīdzināma ar diegu. Tās šķiedras izmērs, pa kuru tiek pārraidīta informācija, ir deviņas miljonus daļas no metra,» stāsta Jānis un pacietīgi, kā skolotājs skolēnam, skaidro – ja metru sadalītu miljonus daļās, tad katra no šīm daļām atbilst vienam mikrometram, kas tiek izmantota informācijas pārraidīšanai. «Tas ir kā stikla diegs, pa kuru pārraidām gaismas impulsus,» skaidro Jānis. Lielākoties šādi «diegi» tiek izmantoti optiskajam internetam, televīzijai un citiem telekomunikāciju risinājumiem.

Studiju gados Jānim radusies iespēja ieziet praksi Latvijas projektēšanas un būvniecības uzņēmumā *Citrus Solutions*, kur viņš pirmo reizi ieraudzīja optiskās šķiedras. «Tad arī radās interese. Kad sāku izziņāt vairāk, atklāju, ka optiskās šķiedras var izmantot multifunkcionāli – vienlaikus gan sakariem, gan dažādu fizikālu procesu uzraudzībai. Optisko sensoru darbības princips ir šāds: pa optisko šķiedru tiek pārraidīts gaismas signāls, kas aiziet līdz sensoram un no tā atstarojas. Analizējot atstaroto gaismas

«Zinot temperatūru, var noteikt, kad nepieciešama ceļu apstrāde ar pretslīdes materiāliem»

signāla plūsmu, iespējams noteikt temperatūru, deformāciju, spiedienu,» stāsta Jānis un atgādina, ka jebkurā viedās pilsētas projektā ir nepieciešami sensori.

Dažādus sensorus jau pašlaik izmanto satiksmes monitorēšanai, ceļu uzraudzībai, brīvo vietu reģistrēšanai autostāvvietās. Taču tie visi ir atkarīgi no elektrības padeves. Savukārt optisko šķiedru sensoru lielākā priekšrocība – tie ir pasīvi jeb tiem nav vajadzīga elektrobarošana.

Otra priekšrocība: optiskie sensori ir imūni pret elektromagnētisko intervenci. «Tas ir ļoti būtiski, ja blakus ir augstsprieguma līnijas,» paskaidro Jānis. «Tas nozīmē, ka optisko šķiedru sensoru mērījumos nav iespējamas kļūdas, kuras var radīt blakus esošās elektrības līnijas vai iekārtas.»

Maģistrantūras studijās, paralēli strādājot RTU Telekomunikāciju institūtā, Jānis

pievērsās dažādu optiskās šķiedras sensoru risinājumiem. Kādā projektā radusies iespēja laboratorijas apstākļos testēt, kā sensorus izmantot ceļu kvalitātes mērījumiem. Tas bija tieši tas, kas uzjundīja jaunā zinātnieka zinātkāri – kā iestrādāt sensorus ceļa klājumā? «Pasaulē nav bijis daudz gadījumu, kad optisko šķiedru sensorus iestrādā ceļu segumos. Process ir sarežģīts un komplikēts,» paskaidro Jānis. Kāpēc? Tāpēc, ka optiskās šķiedras ir stikla šķiedras, bet stikls, kā zināms, ir trausls materiāls. Savukārt ceļu segumiem jābūt tik stipriem, lai izturētu desmitiem tonnu smagu svaru.

Vai tik dārgus materiālus kā optiskās šķiedras ir lietderīgi izmantot ceļu segumu mērīšanai? Jānis piekrīt, ka dārgi gan. Taču ir viens «bet» – iegūto datu pārraidei izmantojama jau esošā optisko kabeļu infrastruktūra. «Latvijā optisko kabeļu tīkls veido vairāk nekā 3000 kilometru pārklājumu,» saka Jānis. Un, kopīgojot datus mākoņserverī, iespējama ceļu seguma nepārtraukta monitorēšana reālajā laikā.

Pagaidām nav pētīts, cik no optisko kabeļu infrastruktūras varētu izmantot ceļu mērījumiem. Jo ne vienmēr kabeļi iet paralēli ceļiem, dažkārt tie ir arī paralēli dzelzceļa līnijai. Jānis arī precizē, ka kabeļi neatrodas tieši zem ceļiem, bet tiem paralēli. Tātad, lai būtu iespējama attālināta mērījumu veikšana, sensori, kas atrodas ceļa segumā, jāsavieno ar kabeļiem.

Pirmos abās šosejās iestrādātos sensorus Jānis nespēja savienot ar optiskās šķiedras kabeļiem, jo pienāca ziema un zeme sasala. Esot arī jānoslēdz līgumi ar optiskās šķiedras infrastruktūras īpašniekiem par kabeļu nomu.



Optiskās šķiedras sensora iestrādāšana ceļa segumā

IZTUR TONNU SMAGUMU

Pēc Jāņa stāstītā, sensoru iestrāde Rīga–Sīgulta un Rīga–Jelgava autoceļos ir nozīmīgs pagrieziena punkts viņa pētījumā. Vispirms bija jāizpēta, kā iestrādāt optiskās šķiedras sensorus asfalta klājumā. Tādu sensoru, kas paredzēti tieši ceļu segumiem, tirgū nav. Tāpēc RTU Telekomunikāciju institūta sakaru sistēmu tehnoloģiju izpētes centrs pircis gatavus komerciālos sensorus un tad kopā ar RTU Dizaina fabriku tos padarījis izturīgus pret mehānisku un termisku ietekmi.

«Bet viegli iedomāties, ka ceļu būvniecībā, kaut vai ceļu rullim izlīdzinot asfalta segumu, svarīgi garantēt, ka sensorus nesabojā,» stāsta Jānis. Tāpēc viņam radās ideja iestrādāt sensorus nevis asfalta, bet zemākos ceļu seguma slāņos, kas ir zem asfalta. Būvnieki to saucot par reciklēto segumu, bet pēc būtības tas ir pārstrādāts jeb sadrupināts vecais asfalts, kas sajaukts ar pildvielām. Ieliekot sensorus šajā slānī, ir izdevies tos pasargāt no mehāniskiem bojājumiem.

Līdzšinējā pētījuma gaitā Jānis ceļu segumos ir iestrādājis divu veidu sensorus – temperatūras un deformācijas. Ceļu seguma temperatūras monitorings būtu svarīgs uzņēmumiem, kas veic ceļu tehniskā stāvokļa uzraudzību. «Zinot temperatūru, var noteikt, kad nepieciešama ceļu apstrāde ar pretslīdes materiāliem,» Jānis min vienu piemēru.

Plašāks lietojums esot deformācijas sensoriem, kas nomēra ceļa klājuma izmaiņas slodzē tieši tā ekspluatācijas laikā. «Tiklīdz mašīna pārbrauc pāri vietai, kur ir sensors, uzreiz varam konstatēt transportlīdzekļa radīto deformāciju,» skaidro Jānis. «Tas arī palīdz saprast, kā ceļa segums kalpo ne tikai īstermiņā, bet arī ilgtermiņā. Ceļa klājumu var monitorēt, lai izsekotu, kā tas laika gaitā mainās. Var veikt arī plūsmas uzraudzību un, protams, precīzi noteikt transportlīdzekļa masu, kas deformē segumu.»

Pagaidām mērījumos iegūto datu ir pārlietu maz, lai nonāktu pie svarīgiem secinājumiem.

Viens no nākamajiem uzdevumiem ir atrast paņēmieni, kā sensorus iestrādāt jau gatavos ceļos tā, lai nesabojātu asfalta ārējo kārtu. Pētījums top, RTU sadarbojoties ar Latvijas valsts ceļiem un ceļu būvkompanijām Binders un ACB. Jānis Baumanis no Latvijas valsts ceļiem paskaidro, ka valsts nozīmes autoceļos jau izmanto dažādus sensorus ceļu monitorēšanai. Taču ir interese arī par optiskās šķiedras sensoriem, jo tie «darbojas pēc pilnīgi cita principa», tas ir, to darbībai nevajag pastāvīgu elektropadevi un tos neietekmē elektromagnētiskais starojums. Būtiskākais – izmantojot tikai vienu optisko dzīslu, iespējams veikt dažādu parametru mērīšanu. Taču, kamēr vēl nav izstrādāts risinājums datu attālinātai nolasišanai, visi iegūtie dati esot «demonstratīvi». «Monitorēšana ir vajadzīga,» saka Baumanis. Sekojot ceļu seguma izmaiņām nepārtraukti, varētu nepieciešamības gadījumā noteikt, piemēram, transportlīdzekļu svara ierobežojumus. Būtu iespēja laikus, jau pirms bojājumu parādīšanās, plānot ceļu un tiltu remontus. Baumanis lēš, ka jaunā tehnoloģija, iespējams, palīdzēs uzlabot izpratni, kā kalpo dažādi ceļa segas materiāli. «Mēs varētu uzlabot zināšanas, kā strādā autoceļš,» saka Baumanis.

BŪS UZRAUDZĪBAS SISTĒMA

Attālināta ceļu monitorēšana nav nesaskatāma nākotne – iekārtu pilnveide Jānim jāveic savas doktorantūras laikā, tāpat līdz 2022. gada maijam jābūt gatavam gan viņa promocijas darbam, gan optisko sensoru monitorēšanas sistēmai. Jānis atzīst, ka darāmā vēl ir daudz, bet viņš ir mierīgs. Monitorēšanas sistēmu kopā ar kolēģiem viņš veido tādu, lai optiskās šķiedras sensorus varētu izmantot ne tikai ceļiem, bet arī citiem objektiem. Kā piemēru Jānis min tiltu un ēku tehniskā stāvokļa uzraudzību. Piestiprinot sensorus neesošajām konstrukcijām, varētu laikus pamanīt deformācijas.

Jānis cita starpā piemin, ka šķiedras optiskos sensorus var izmantot arī robežu aizsardzības risinājumos. Jau 2019. gadā viņš saņēma aizsardzības industrijas gada balvu zinātnē un pētniecībā, jo demonstrēja, kā optiskās šķiedras sensorus var izmantot zonas uzraudzībā.

Starp citu, Jānis pēdējos gados ir saņēmis daudz balvu kā jaunais zinātnieks. «Mani interesē gan zinātne, gan rasto risinājumu praktiskais pielietojums,» Jānis atbild uz jautājumu, kam dod priekšroku – akadēmiskajam darbam vai savu zināšanu izmantošanai industrijā. Vairs nav 90. gadi, kad bija jāizšķiras starp zinātni un darbu uzņēmumā. Pašlaik zinātnieki strādā roku rokā ar nozari. Tāpēc Jānis droši var teikt, ka optiskās šķiedras sensorus Latvijā aizvien plašāk sāks izmantot jau tuvāko piecu gadu laikā. ●

