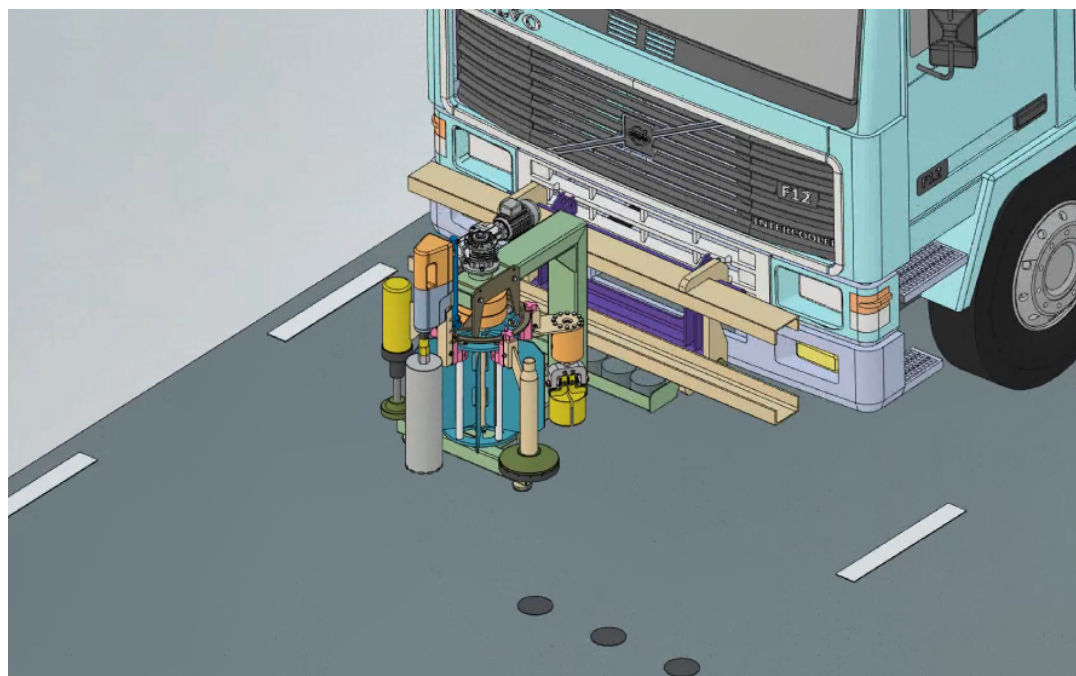


SÄKRARE FÄLTPROVTAGNING AV ASFALT

Fjärrstyrd / Automatiserad provtagningsutrustning



SKANSKA SVERIGE AB

Underlag kunskapsspridning Ver. 2019-11-13

SBUF stödjer
forskning & utveckling

som leder till
praktisk handling

Slutsats

Sammantaget kan konstateras att provtagningen mycket väl skulle gå att fjärrstyra/automatisera, och att det finns stora vinster i arbetsmiljön för operatören. Dels elimineras den mest uppenbara risken att operatören blir påkörd av förbipasserande trafik vid provtagningsstället, men också att få bort flertalet tunga manuella moment är en stor vinst. Det finns dock ett antal utmaningar i att automatisera provtagningen vilka främst grundar sig i att många av momenten idag är manuella med inslag av hantverk och fingertoppskänsla. Förhållandena vid provtagning varierar också med avseende på temperatur, typ av asfalt, olika borrhjup och håldiametrar. Vid en automatisering av provtagningen är det således av största vikt att få en styrd och repeterbar process där rätt parametrar hos utrustningen avseende kraft, hastighet, temperatur m.fl. är anpassade till förhållandena. Med avgränsningarna som valts i detta projekt (d100/150mm, djup max 100mm, kallasfalt) kan dock uppskattningsvis 80% av all provtagning genomföras med utrustningen, och den absoluta merparten av den provtagning som sker på trafikerad väg.

Resultat

Operatören ska kunna fjärrstyra utrustningen från säker plats, och ett av de säkraste ställena att befinna sig på är inuti fordonet på förar- eller passagerarplats.

Genom att montera provtagningsutrustningen framtill på en tung lastbil med platt front, får operatören en god överblick över provtagningsområdet och kan grovpositionera fordonet inför provtagning. Med stillastående fordon är arbetsområdet för provtagning hela lastbilens bredd +0,5m utanför lastbilens båda sidor, vilket ger totalt 3,5m. Detta möjliggör provtagning utmed hela körfältets bredd ända ut till skarven mot intilliggande körfält. Just skarven är ett viktigt provtagningsställe, och samtidigt det kanske farligaste stället för operatören att befinna sig på. I längsled kan utrustningen förflyttas c:a 1,5m. Denna räckvidd är vald för att kunna utföra en vanligt förekommande provtagningsserie om 5 prov i rad längs körfältet, utan att behöva flytta fordonet.

Utrustningen får ej bli för tung eller för stor för att kunna förvaras, hanteras och förflyttas av ett fordonsmonterat armsystem. Framtagen lösning har en uppskattad vikt på 300kg, och dimensionerna är inte större än att utrustningen kan placeras i fronten på en tung lastbil utan att skymma föraren under färd.

Positioneringen inom arbetsområdet inför provtagning kräver ingen större exakthet. Här räcker precisionen hos någon form av hydrauliskt armsystem där operatören med hjälp av radiokontroll kan förflytta och ställa ned utrustningen vid provtagningsstället.

Däremot krävs stor exakthet vid positionering under själva provtagningen för att nästa verktyg i ordningen ska hitta tillbaka till borrhålet. Genom att låta utrustningen stå kvar under hela provtagningen och istället använda en karusellösning kan verktygen roteras fram ett i taget med stor precision med hjälp av elmotor och växel där utgående axelns rotation övervakas med absolutgivare. Karusellösningen kan också liknas vid ett revolvermagasin med fem stycken fack med följande verktyg:

1. Borr
2. Grip/Vrid/Lyftverktyg för att ta upp provkroppen
3. Våtdammsugare för rengöring i och runt borrhål
4. Kallasfaltbehållare för lagning av hål

5. Stamp för att packa kallasfalt

Utrustningen ställs ner på marken där provtagning ska genomföras, och därefter roteras verktygen i karusellen fram ett i taget för att genomföra de olika momenten. Utrustningen står kvar på samma ställe under hela provtagningen, och lösningen innebär att nästa moments verktyg enkelt kan hitta borrhålets position eftersom karusellens roterande rörelse går att styra med stor precision.

En svivel placerad ovanför karusellen minskar behovet av sladdar och slangar som måste rotera med karusellen. Sviveln överför elkraft, styr signaler, hydraulik, vatten samt om möjligt även kanal för våtdammsugare. För att få en kompakt svivel krävs sannolikt en svivel framtagen speciellt för detta ändamål. Kanalen för våtdammsugare är mest utrymmeskrävande och skulle vid behov kunna lösas med separat slang som går utanför sviveln. Överföring av el/styr/hydraulik/vatten via svivel är annars känd teknik från bl.a. robotindustrin och svivelns storlek uppskattas inte bli större än att önskade funktioner får plats. Ska även våtdammsugaren gå via svivel får detta studeras närmare i en vidareutveckling av utrustningen.

En och samma hydraulcylinder används för den vertikala rörelsen hos samtliga verktyg. På så sätt blir systemet enklare med färre komponenter, samtidigt som det är utrymmeseffektivt och viktbesparande. Det sparar också ett antal kanaler i sviveln eftersom höj/sänk-hydrauliken ej roterar med karusellen. Genom att övervaka hydraulcylinderns slag med absolutgivare säkerställs en hög precision vid positionering i höjddled. Vidare övervakas även hydraulcylinderns tryck för att kunna styra vissa arbetsmoment, som t.ex. tryck vid borring/stampning samt att känna av nollnivå inför borring samt fyllnadsgrad av kallasfalt vid stampning.

Borroperationen sker med standard eldriven bormaskin. Eventuellt kan även en hydraulisk bormaskin väljas. Vid manuell borring kan det kasta en del, och här är det viktigt att utrustningen inte flyttar på sig. Egenvikten hos utrustningen om 300kg bör dock vara tillräcklig som mothåll vid borring, men vid behov kan även armsystemets hydraulik användas för att låsa positionen och ge ytterligare tryck mot marken. En annan utmaning är att undvika att provkroppen fastnar och följer med borret upp. Att provkroppen fastnar beror oftast på att borret blivit för varmt och asfalten smälter och kletar fast i borret. Detta problem är större vid polymerbaserad asfalt (PMB). Genom att optimera tryck, rotationshastighet, matningshastighet och se till att borret är slipat samt har konstant kylvatten, finns dock goda förutsättningar för att styra borrningsproceduren så att provkroppen ej fastnar. Här krävs dock en insats för att hitta de optimala parametrarna för respektive borrsituation.

För att bryta loss och lyfta upp provkroppen utvecklas ett speciellt Grip- Vrid- och Lyftverktyg. Den manuella metoden att bända loss provkroppen är svår att automatisera då det kräver känsla för hur hårt man kan bryta och var man kan bända utan att skada provkroppen. Genom att istället sänka ner två rörhalvor i borrhålet som griper om hela provkroppens omkrets, fås ett skonsamt ingrepp med en större tryckyta mot provkroppen. Rörhalvorna vrider sedan loss provkroppen från underlaget, och det omfamnande greppet styr sannolikt så att brottet sker under gripverktygets ingrepp. Både griprörelse och vridrörelse görs med hjälp av hydraulik vilket ger en kompakt lösning. Grip/Vrid-verktygets funktion bygger dock än så länge på en teori och exakt utformning bör provas ut med hjälp av praktiska tester innan en prototyp tillverkas.

Städning av hålet med våtdammsugare är tekniskt sett relativt enkelt att åstadkomma. Utmaningen här är att få till sugslangen för borttransport av material. Mängden material som

sugs upp styrs genom att styra hur långt munstycket sänks ned och hur djupt.

Fyllning av kallasfalt är det svåraste momentet att automatisera beroende på massans konsistens som varken är flytande eller fast. Utflödet ur behållaren måste styras med hjälp av en matarskruv, det går ej att få ett jämnt flöde med gravitation eller tryck ovanifrån. Vidare bör kallasfalten hållas vid konstant temperatur och i en tät behållare så att inte egenskaperna förändras över tid. Behållaren bör alltså vara isolerad och försedd med värmeslingor, samt även kylslingor. Vid utflödet nedtill sitter en skjutlucka och ett munstycke besprutar utkommande massa med vatten för härdning.

Stampning kan ske med motsvarande verktyg som används idag, en elektrisk borrhämmare. Borrhämmaren är försedd med en stampfot nedtill som är något mindre än hålet för att kunna packa kallasfalten i hålet. Genom att övervaka hydraulcylinderns position efter stampning vet systemet hur fyllt hålet är med kallasfalt, och fyllning med kallasfalt/stampning sker växelvis tills hålet är helt fyllt och lagat.

Slutstädning görs med samma verktyg som vid rengöring av hålet, men röret sänks inte ned lika långt, utan allt som är innanför kåpan sugas upp.

Magasineringen bedöms relativt enkelt att lösa. Magasinet behöver ej vara en del av utrustningen som flyttas med armsystemet och karusellen, och är därmed inte lika kritisk map storlek eller utformning.

Syfte

Övergripande mål med detta SBUF-projekt är att ta få en säkrare arbetsmiljö vid fältprovtagning på trafikerad väg, utan att tumma på varken provtagningens eller lagningens kvalitet. Detta uppnås genom att utveckla en utrustning som gör hela provtagningen fjärrstyrd/automatiserad. Därmed elimineras behovet av att operatören befinner sig vid provtagningsstället. Detta SBUF-projekt resulterar i systemhandlingar och beskrivning av en fjärrstyrd/automatiserad provtagningsutrustning.

Bakgrund

Uppföljning av kvalitet på utlagd asfalt görs genom fältprovtagning där kärnor borraras ur och tas upp från vägbanan. Vägbanan återställs genom att hålen lagas, normalt med gjutasfalt eller kallasfalt. De upptagna borrhärdarna/provkropparna tas med till laboratorium för analys. Beroende på syftet med provtagningen tas serier om 2 upp till 12 prover med diameter 100 mm eller 150 mm. Provserierna tas ut slumpmässigt över hela körfältets bredd och inkluderar även längsgående arbetsfogar mellan beläggningsdrag och arbetsfog mellan två intill varandra liggande körfält. Provtagningsutrustningen är idag oftast monterad i en skåpbil eller på en släpkärva som parkeras intill provtagningsstället. Eftersom många av momenten vid provtagningen är manuella, kräver detta att operatören befinner sig i direkt anslutning till provtagningsstället för att hantera utrustning och provkroppar. Vid kontrakt för underhållsåtgärder samt vid inventering av befintlig beläggning eller skadeutredningar, sker ofta provtagningen på vägar med allmän trafik. Detta innebär en risk för operatören, och risken ökar ju närmare förbipasserande trafik denne befinner sig. För att minimera trafikstörningarna stängs i regel bara ett körfält i taget av under arbetet. Risken blir därmed som allra störst vid provtagning i skarven mot körfält med förbipasserande trafik (se figur 1.1). Arbetsfogen mellan två

beläggningsdrag samt arbetsfog/mittskarv mellan körfält, är svaga punkter för beläggnings beständighet. Detta motiverar att kontrollen utförs och att utesluta detta prov är inget alternativ då det skulle innebära en kvalitetssänkning av provtagningsuppdraget.

Det har redan idag vidtagits en rad skyddsåtgärder för de som arbetar ute på vägarna. För att minimera riskerna att bli påkörd, ska personal som vistas på väg ha varselkläder. Trafikverket, som är en dominerande väghållare, ställer också kompetenskrav för personal som arbetar på vägen i sina upphandlingar. Vidare används TMA-fordon som skydd för personalen mot påkörning. Kravet på TMA gäller så kallad skyddsklassad väg (hög trafik/hög hastighet), men används också på övriga vägsträckor där behov föreligger. Trots dessa säkerhetshöjande åtgärder sker fortfarande olyckor där vägarbetare blir påkörd. Allra mest utsatta är de som befinner sig närmast trafiken där det räcker att en ouppmärksam förare vinglar till eller av misstag svänger in i säkerhetszonen mellan TMA och arbetsställe för att olyckan ska vara ett faktum.

Med bakgrund av detta är således den allra säkraste åtgärden att få bort personalen helt från riskområdet. Genom att fjärrstyra provtagningsutrustningen, kan operatören befinna sig inuti ett fordon eller i vägrenen på säkert avstånd från trafiken.

Nyckelord

Asfalt, Fältprovtagning, Vägarbete, Säkerhet, Arbetsmiljö, Vägunderhåll, Kallasfalt, Automation, Fjärrstyrning