

vti

aktuellt

2025 3

De återvinner
vägmarkeringar
i lyckat projekt. Sid 4

Smartare
vägunderhåll
med AI. Sid 12

TEMA

Underhåll

NY KUNSKAP INOM TRANSPORTOMRÅDET

Forskning ökar möjligheterna till lyckad satsning på underhåll



Tomas Svensson
Generaldirektör

I Sverige har den så kallade underhållsskulden debatterats länge, inte minst i relation till järnvägen i sin helhet och vägnätet i glesbygd. Det framgår med all önskvärd tydlighet att behovet av underhållsåtgärder är mycket stort, och regeringen aviserar också rekordstora satsningar på underhåll av infrastrukturen i kommande nationell plan. Det är angeläget att de tillskjutna medlen används på bästa möjliga sätt och snabbt

kan omvandlas till förbättringar av infrastrukturen.

Sådana målsättningar ställer höga krav på effektiva upphandlingsformer, kontrakt och underhållsorganisation. Behoven ska ringas in och beskrivas och därefter prioriteras utifrån transportpolitiska målsättningar. Vilka faktiska underhållsåtgärder som sedan används är också ett centralt område som är i ständig utveckling. Allt ska dessutom göras i ett systemövergripande perspektiv som tar hänsyn till alla trafikslags behov.

Vid VTI har det bedrivits forskning och utveckling om drift och underhåll under en mycket lång tid, och området är dessutom i snabb expansion. Den tekniska utvecklingen inom elektrifiering, digitalisering, AI och automatisering ger nya möjligheter för att kunna utveckla underhållet av infrastrukturen, inte minst genom att öka kvalitet, relevans och aktualitet i beskrivningen av infrastrukturens tillstånd.

Krav på resiliens, cirkularitet och hållbarhet medför nya förutsättningar och utmaningar som måste hanteras. Att kunna planera och optimera underhållsinsatser i en infrastruktur som är hårt belastad är också en stor fråga. Listan på utmaningar och möjligheter kan göras mycket längre.

”Att planera underhållsinsatser i en hårt belastad infrastruktur är en stor fråga.”

I det här numret av VTI aktuellt presenteras några av våra viktiga projekt inom underhållsområdet. Vi har också med en intervju med vår nyligen pensionerade avdelningschef Anita Ihs som kan se tillbaka på en mer än 30 år lång och framgångsrik verksamhet inom drift- och underhållsområdet vid VTI. Och mycket annan spännande läsning. Håll till godo!



Tema
Underhåll

6



- 4 VTI och Svevia testar att återvinna vägmarkeringar
- 7 Forskning viktig del i Trafikverkets strategi
- 8 Effektivare underhåll av spårväxlar
- 10 Digital ledningsanvisning – projekt för färre grävskador och högre IT-säkerhet
- 12 Bättre vägunderhåll när experterna tar hjälp av AI-teknik
- 16 Koll på upphandling kan spara miljarder



18



5

- 6 Cykelvägen mot hållbart resande
- 9 Så kan större banarbeten koordineras bättre med tågtrafiken
- 11 Handledning om vägmarkeringar kan spara pengar och miljö
- 15 Nya riktlinjer ökar efterfrågan på mätning av flygplatsers bärighet
- 18 När vintern inte är vad den varit

vti

VTI aktuellt kommer ut fyra gånger per år. Varje nummer har ett tema som berör forskning inom transportsektorn. VTI är en statlig myndighet vars huvuduppgift är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter.

UPPLAGA
4 000 ex
ISSN 0347-9382
TRYCK
Åtta45 Print & Media
Partner
E-POST vtiaktuellt@vti.se
DESIGN
Markus Reklambyrå
LAYOUT/ORIGINAL
Forma Viva, Linköping

ANSVARIG UTGIVARE
Eva Ankarberg
REDAKTÖR
Catharina Arvidsson
I REDAKTIONEN
Eva Ankarberg
Elsa Bolling Landtblom
Mikael Sönne

PRENUMERATION
www.vti.se/prenumerera
OMSLAGSBILD
Motiv: Hanna Fager, VTI, och Martin Gunnarsson, Svevia, arbetar med återvinning av vägmarkeringar.
Foto: Elsa Bolling Landtblom/VTI

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut
Huvudkontor Linköping
Telefon 013-20 40 00
www.vti.se
VTI finns även i Stockholm, Göteborg, Lund och Skellefteå.



Hur ser det här ut? Hanna Fager, VTI, och Martin Gunnarsson, Svevia, jämför bitar med återvinningsmassa på Svevias laboratorium i Linköping.



VTI och Svevia testar att återvinna vägmarkeringar

I ett miljöprojekt som leds av VTI testas tillverkningen och egenskaperna hos återvunna vägmarkeringar. Försöket är det första i världen och resultaten så här långt mycket lovande. Samtidigt är det en lång väg innan prototyperna kan bli kommersiella produkter.

En rad små glasburkar inne på labbet på Svevias anläggning i Linköping visar pedagogiskt vad vägmarkeringar består av. Harts, glaspärlor för reflektion, vax, sand och sju ämnen till. Detta gäller så kallad termoplastisk vägmarkeringsmassa, som är den allra vanligaste i Sverige även om det finns ett par sorter till.

I det nyligen avslutade projektet har VTI och företaget Svevia lagt till ytterligare en ingrediens: gamla, återvunna vägmarkeringar. Något motsvarande försök har, så vitt känt, aldrig gjorts tidigare.

– Vi kände varandra och hade vid flera tillfällen diskuterat olika samarbeten. Kunde vi återanvända pigment, göra något för att få bättre fyllnadsmassa eller något annat? Till slut hamnade vi i det här projektet, berättar Hanna Fager, senior forskare på VTI, och Martin Gunnarsson, arbetschef för emulsion och termoplast på Svevia.

Första frågan i projektet blev att hitta lämpliga vägmarkeringar som kunde återvinnas. Flera kandidater ratades, men till slut fanns en lämplig vägsträcka i Stockholm som skulle omledas i samband med bygget av Förbifart Stockholm. Andra frågan var hur de gamla markeringarna skulle tas om hand: vattenblästring (fungerade mindre bra) eller mekanisk fräsning (fungerade väl).

Den riktigt stora uppgiften var dock att rengöra de återvunna vägmarkeringarna. Till slut stod projektdeltagarna med ett ton tippmassa i en enda stor jättehög.



– Vi använde en sikt för att sila bort grus, asfalt och stenar. Allt gjordes helt manuellt och jag och en kollega fick hålla på en hel dag, minns Martin Gunnarsson.

– Och när vi fick materialet till VTI fick vi tvätta det en gång till, säger Hanna Fager.

Därefter smältes den rengjorda återvinningsmassan, silades genom en plåt med 3 mm stora hål och gjöts i stora block, som sedan slogs sönder och blandades i ny vägmarkeringsmassa. Inblandningen gjordes i tre olika koncentrationer: 10, 20 och 30 procent. Och sedan den avgörande frågan: Skulle det fungera?

Och ja, den första utvärderingen är mycket positiv. Projektets mål var att 10-procentig massa skulle klara kraven, men tester visar att till och med den 20-procentiga massan uppfyller samtliga så kallade funktionsparametrar: reflektion, luminans, friktion och kulör. Nu pågår långtidstester på provfältet Nordic Cert i Norge, som drivs av VTI och företaget Ramboll. I september i år och även i september nästa år görs nya mätningar.

– Så här långt ser det mycket bra ut. Några egenskaper verkar till och med att ha förbättrats sedan massan lades ut, säger Martin Gunnarsson som besökte provfältet veckan innan den här intervjun gjordes.

Tillverkning av råvarorna till vägmarkeringsmassa är normalt både resurs- och energikrävande och återvinning skulle innebära stora vinster både för miljö och klimat. Det kan också vara lönsamt då kostnaderna för avfallshantering och råvaror minskar. I förlängningen kan även incitamenten för hållbara upphandlingar stärkas.

De återvunna vägmarkeringarna testas på provfältet Nordic Cert i Norge.



Block med rengjord återvinningsmassa.

Samtidigt återstår mycket för att återvinningen ska bli verklighet – de lovande resultaten till trots.

– Vi ska inte sticka under stol med att det här har varit den lätta delen. Det blir en utmaning att ta nästa steg. Samtidigt ligger återvinning och cirkulära flöden i tiden. Jag både hoppas och tror att vi ska hitta sätt att gå vidare, säger Hanna Fager.

Kvarstående frågor är bland annat hur gamla vägmarkeringar ska samlas in i stor skala och hur materialet ska tvättas. Att sikta för hand fungerar förstås inte. Det är också viktigt att få med en väghållare, Trafikverket eller någon kommun, i det fortsatta arbetet. Andra frågor rör certifieringen, som har påbörjats men måste slutföras, och utveckling av affärsmodeller, policystöd och regelverk.

Fler aktörer måste också engagera sig. Det gäller materialtillverkare och företag inom sorteringslösningar och logistik.

– För Svevias del ligger det väl i linje med vårt miljöarbete. Men det behövs helt klart ett projekt till, konstaterar Martin Gunnarsson.

Projektet Återvinning av vägmarkeringar har finansierats av Vinnova, Energimyndigheten och Formas genom det strategiska innovationsprogrammet InfraSweden. Förutom VTI och Svevia har även företaget Stripe Hog Scandinavia deltagit i projektet.

MER INFORMATION

Hanna Fager,
hanna.fager@vti.se

Text: Mikael Sönne
Foto: Elsa B. Landtblom/VTI,
Hanna Fager/VTI



Sopvals på traktor borstar bort snö från cykelväg.

Cykelvägen mot hållbart resande

Drift och underhåll av cykelvägar påverkar inte bara cyklisternas säkerhet. De har även stor betydelse för åkkomforten och för valet av cykeln som färdsmitt. Goda möjligheter till säker och bekväm cykling är ett viktigt led i vägen mot det hållbara resandet.

Av alla allvarligt skadade cyklar har åtta av tio skadats i en singelolycka. Mycket kan kopplas till drift och underhåll, såsom halka på vinterväglag men även på grus. Gruset innebär inte bara en säkerhetsrisk, utan försämrar komforten för cyklisten och kan i vissa fall orsaka punktering.

– Man ser nu att kommuner börjar sopa bort grus tidigare på våren. Det är sådant som har varit viktigt för mig i min forskning. Jag brinner för den tillämpade forskningen, att den ska göra någon nytta i verkligheten, säger forskningsledaren Anna Niska som jobbar med cykel frågor på VTI.

Utvecklingen av drift och underhåll av cykelvägar är ett ständigt pågående arbete, och det finns idag inget klart svar på hur det bäst görs.

Den största utvecklingen hittills är sopsaltningen som började utvärderas i Anna Niskas doktorandprojekt för 25 år sedan. Metoden används idag i över 30 kommuner och har fått bra respons. Sopsaltning gör det möjligt att även under vintern få barmark på cykelvägarna, vilket underlättar för cyklisterna att ta sig fram. För att sprida kunskap om sopsaltning har en handbok tagits fram som innehåller värdefull information både för den som vill börja tillämpa metoden och för den som redan använder sig av sopsaltning.

Forskare från VTI har, tillsammans med Ramboll RST, i ett nyligen avslutat projekt undersökt kravställningen på nylagda cykelbanor. Idag är kraven på



RST Velo är en flexibel insamlingsplattform för cykelvägar framtagen av Ramboll RST. Med hjälp av lasersensorer mäter den vägens jämnhet.

cykelvägar desamma som för bilvägar, vilket inte är optimalt då cyklar påverkas mer än bilar. Detta innebär att man kan bygga en cykelväg som känns ojämn att cykla på men som ändå uppfyller alla uppställda krav.

Syftet med projektet har varit att ta fram ett nytt jämnhetsmått som tar bättre hänsyn till cyklistens åkkomfort och som ska kunna användas i stället för de mått som används idag. Utöver kravet på åkkomfort har projektet varit intressant även ur ett underhållsperspektiv eftersom ett nytt mått kan bidra till att identifiera ytor som är skadade och i behov av underhållsåtgärder.

– Jag hoppas på att få en fortsättning på detta projekt kopplat till drift och underhåll, så att kravställningen för cykelvägar i större utsträckning utgår ifrån cyklisternas, snarare än bilisternas, behov, säger Anna Niska.

Trafikverket har finansierat projektet som har pågått i fyra år och avslutades i maj.

Forskning viktig del i Trafikverkets strategi

Pontus Gruhs är strateg på Trafikverket och arbetar bland annat med systemomställning inom områdena vägbyggnation och underhåll, förarlösa fordon och godstransporter.

Att vara strateg inom Trafikverket handlar om att urskilja viktiga frågor och formulera hur de kan utvecklas en bit in i framtiden.

– Jag intresserar mig för systemomställning framför allt inom byggnation och underhåll av väg och järnväg, utvecklingen av förarlösa fordon och godstransporternas utveckling, säger Pontus Gruhs.

Omställningen på dessa områden kommer att kräva stora anpassningar. Till exempel i form av elektrifiering och digitalisering men även av affärsmodellutveckling för effektivare hantering av framtidens ekonomiska utmaningar.

Stora delar av Trafikverkets strategiska arbete är beroende av utbyggd digitalisering. Ett uppkopplat vägnät med en uppkopplad fordonsflotta som på sikt är självkörande är inte science fiction, menar Pontus Gruhs.

– Vi jobbar för att hitta testområden för förarlösa bilar och en konsekvens av den utvecklingen kan till exempel vara att vi får mycket större mängder information om trafikstopp och andra störningar i trafiken.

Inom området godstransporter är tiden mogen för nollutsläpp, mer optimerade rutter och på sikt även förarlösa fordon. När det kommer till upphandling av väg- och spårbyggnation, liksom underhåll, krävs ekonomiskt nytänkande, anser Pontus Gruhs.

– Det handlar om minst 65–70 miljarder kronor i externa upphandlingar för våra verksamheter. Det ställer väldigt stora krav på rätt affärsmodell.

Han menar att digitaliseringen kan bidra med stora effektivitetsvinster, och att det redan i dag finns tekniska lösningar för att exempelvis identifiera vägsador och slitage.

– Att kunna använda sådan information till ett förbättrat vägunderhåll skulle bidra till både bättre resursutnyttjande och teknikutveckling.

Svenska skattebetalare ska heller inte vara ensamma om att finansiera strategisk och teknisk utveckling, menar han. Därför har Trafikverket en internationell dialog med myndigheter och forskare i andra länder. Trafikverket vill också gynna kunskapsbyggande forskning på samhällsnivå.

– Vi har klarat av att plocka de lågt hängande frukterna inom till exempel Nollvisionen, elektrifieringen och utsläppen. Nu behöver vi ta oss an de svårare målen och dem klarar vi bara gemensamt, som kunskapsamhälle.

Trafikverket har nyligen startat ett vägkompetenscentrum, Kompetenscentrum Vägteknik, med en budget på 480 miljoner. Lunds universitet är koordinator och bland andra VTI, KTH och Chalmers ingår.

– VTI är med sin breda forskningspalett oerhört viktigt för oss. Till exempel finns enorma möjligheter om vi kan koppla ihop det uppkopplade digitala med betong- och vägteknik, där kan VTI:s kunskaper vara ovärderliga.



Pontus Gruhs, strateg på Trafikverket.

”Nu behöver vi ta oss an de svårare målen och dem klarar vi bara gemensamt, som kunskapsamhälle.”

MER INFORMATION

Anna Niska,
anna.niska@vti.se

Text: Josefin Öhman

Foto: Göran Blomqvist/VTI, Martin Wiström/Ramboll RST

Läs handboken
om sopsaltning:



Läs rapporten
om jämnhetsmått:



Effektivare underhåll av spårväxlar

Slitna spårväxlar leder till kostsamma störningar i trafiken. Rätt underhållsåtgärd vid rätt tidpunkt gör det möjligt att bidra till mer tillförlitliga järnvägstransporter och kan frigöra pengar till andra delar av järnvägsanläggningen. Det är därför angeläget att använda de öronmärkta medlen för järnvägsunderhåll mer effektivt, menar Peter Torstensson, forskningschef på VTI och en av deltagarna i projektet Digital tvilling spårväxlar.

Projektet ska stödja en samhällsekonomiskt motiverad övergång från avhjälpande till förebyggande underhåll, alltså att insatser görs före fel uppkommer i anläggningen. Syftet är att finna metoder för planering av samhällsekonomiskt optimalt underhåll av spårväxlar. I projektkonstellationen ingår, förutom VTI, Chalmers kompetenscentrum för järnvägsmekanik (CHARMEC), Trafikverket och järnvägsentreprenören NRC Group.

Projektiden bygger vidare på flera tidigare tvärvetenskapliga forskningsstudier i gränslandet mellan järnvägsmekanik och transportekonomi, med inriktning på järnvägsunderhåll. Detta är ett doktorandprojekt för forskarstuderande Karl Norberg på Chalmers med Peter Torstensson och seniora forskaren Kristofer Odolinski, på VTI som bihandledare. Projektet har pågått i ett år och hittills är en konferensartikel inskickad.

– Liksom tidigare projekt handlar det om att utveckla stöd och verktyg för planering av samhällsekonomiskt effektivt underhåll av spårinfrastruktur. Projektet kommer ta ett helhetsgrepp om frågeställningen och titta på allt från tillståndövervakning till mekanisk nedbrytning och trafikstörande fel, säger Peter Torstensson.

Utredare Erik Nyberg på VTI och Kristofer Odolinski har som en del av aktiviteterna gjort en separat studie med inriktning på så kallad klustring av underhållsåtgärder, alltså att beräkna den optimala tidpunkten att utföra underhåll för en samling tillgångar. Detta kan inträffa både före och efter den tidpunkt som är optimal för en enskild tillgång i klustret. För att göra en riktig

prioritering är det viktigt att underhållsplaneringen tar hänsyn till spårkomponenter i sin verkliga omgivning, menar Peter Torstensson.

– I förlängningen är målsättningen att projektet ska leda till färre trafikstörande fel orsakade av spårväxlar. Detta projekt kombinerar ingenjörsmässig och nationalekonomisk forskningsmetod där VTI står för det senare. Vår roll är att underlätta nyttiggörandet genom att integrera samhällsekonomiska effektberäkningar i den tekniskt inriktade forskning som görs av våra kollegor på Chalmers.

Projektet är bekostat av Mistra InfraMaint och Trafikverket med en total budget på 8 305 000 kronor.



MER INFORMATION
Peter Torstensson,
peter.torstensson@vti.se

Text: Gunilla Rech
Foto: Karl Norberg/
Chalmers



Så kan större banarbeten koordineras bättre med tågtrafiken

Tågtrafiken behöver flyta även när det pågår större banarbeten, så kallade trafikpåverkande åtgärder. VTI-forskaren Tomas Lidén har projektlett SATT-BP, Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – banarbetsplanering. Det har resulterat i en internationellt publicerad metod för att kunna beräkna optimala lösningar.

– Underhåll och tågtrafik måste samordnas på järnvägsnätet. Men det är svårt att överblicka manuellt på grund av de många kombinationseffekter som uppstår. Däremot går det att bra modellera och beräkna tågstörningar vid större banarbeten med hjälp av datorer, säger Tomas Lidén.

Han doktorerade på ämnet 2018 genom att ta fram en modell som kan lösa problemet för servicefönster som nyttjas för basunderhåll. Syftet med projektet SATT-BP har varit att ta fram ett stöd för att planera och koordinera kapaciteten vid stora banarbeten. Forskningsidén var att implementera en tvådelad optimeringsmodell, och den tvådelade ansatsen visade sig vara avgörande.

– Planering av trafik och banarbeten – det är två delar som hänger ihop och som behöver itereras, vilket i vår modell upprepas tills resultaten stabiliserar sig. Det fungerar så pass bra att vi tillsammans med Trafikverket och RISE under åren 2026 till 2028 ska titta på möjligheten att använda modellen praktiskt, berättar han.

I projektet ingick två fallstudier. Inom triangeln

Göteborg, Hallsberg och Lund tog forskarna sig an ett tiotal projekt, där de hade frihet att schemalägga flera variabler och flera delaktiviteter, till exempel att förskjuta arbetsgången mellan starttid och sluttid.

Den andra fallstudien gällde tågtrafiken för Norrland 2026 i samband med tre stora banarbeten, där forskarna bland annat ville se skillnaden mellan alternativen total avstängning av trafiken eller avstängning åtta timmar per dygn.

Efter projektet SATT-BP har forskarna fortsatt med nya projekt. Just nu* testas modellen för stråkplanering av hela Sverige för trafikåret 2028 till 2030. Om det lyckas finns en grund för Trafikverket att börja använda modellen. Det innebär tyvärr inte att det blir färre störningar eftersom antalet stora banarbeten kommer att öka under de kommande åren.

– Målet är att totalen för planeringen blir så bra som möjligt för alla inblandade parter. Utmaningen blir att minska totaleffekten. Det kommer oundvikligt att bli fler störningar, men det gäller att koordinera dem bättre och minimera de negativa konsekvenserna av dem.

Det tvååriga projektet SATT-BP är framtaget på uppdrag av Trafikverket, via forskningsprogrammet KAJT, och blev klart 2023.

* Projektet SATT-SP, Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden – stråkplanering, som finansieras av Trafikverket.



MER INFORMATION
Tomas Lidén,
tomas.liden@vti.se

Text: Gunilla Rech
Foto: Michael Erhards-
son/Mostphotos.com

LÄS MER

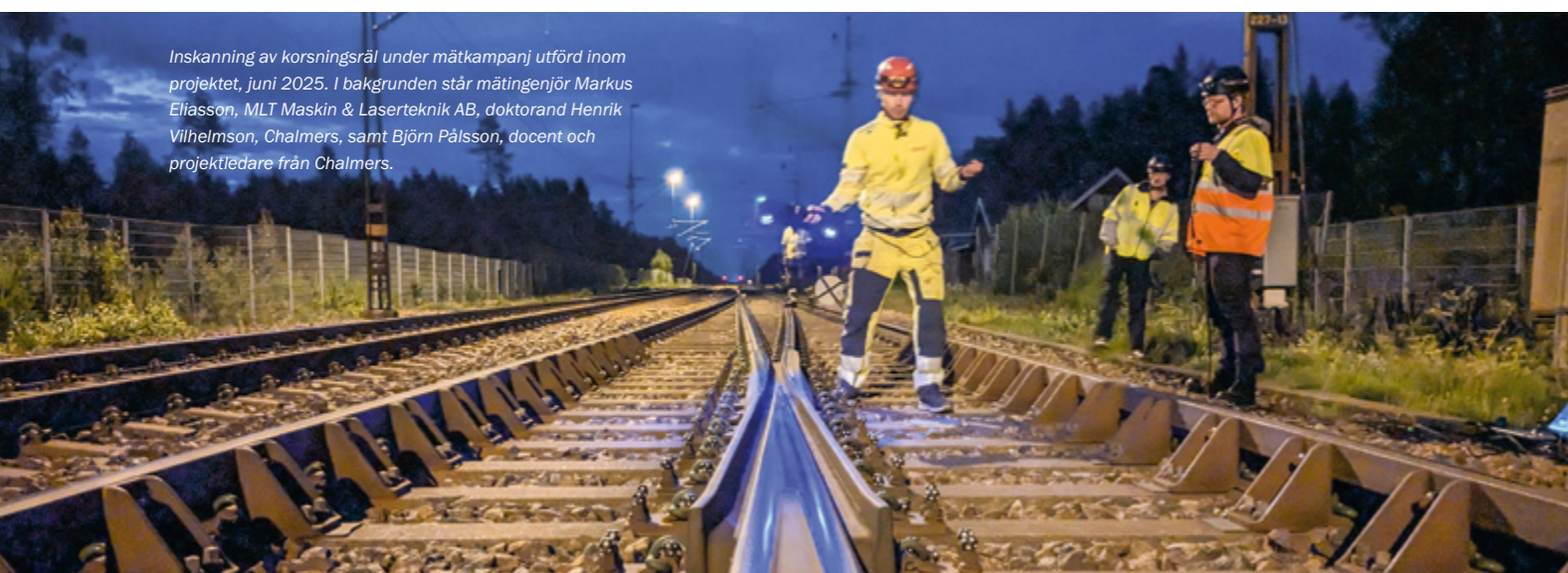
A bi-level optimization model for project scheduling and traffic flow routing in railway networks.



Samplanering av trafikpåverkande åtgärder och trafikflöden för banarbetsplaneringen: SATT-BP: Programutveckling och fallstudier.



Inskanning av korsningsräll under mätkampanj utförd inom projektet, juni 2025. I bakgrunden står mätingenjör Markus Eliasson, MLT Maskin & Laserteknik AB, doktorand Henrik Vilhelmson, Chalmers, samt Björn Pålsson, docent och projektledare från Chalmers.





Lina Nordin och Emma Pakki från VTI vid ett fältbesök om digital ledningsanvisning.

Digital ledningsanvisning – projekt för färre grävskador och högre IT-säkerhet

Färdig till avgrävda ledningar och välkommen till högre IT-säkerhet. Digital ledningsanvisning är projektet som ska öka Sveriges förmåga att skapa och nyttja digital infrastruktur och kommunikation. Det startade för ett år sedan och drivs av ett konsortium där VTI deltar tillsammans med ett 20-tal partner.

– Vi ser stora fördelar med att ha ett så brett nätverk. Det är ett härligt driv med många idéer, intressanta tankar och erfarenheter, säger Lina Nordin, avdelningschef för Infrastruktur på VTI.

Hon sitter i projektledningsgruppen och är även med i ett av arbetspaketen som fokuserar på juridik kring datadelning och cybersäkerhet. Från VTI medverkar också seniora forskaren Jeanette Andersson och forskningsassistenten Emma Pakki.

Ledningar för el, vatten och digital kommunikation ligger ofta under vägar, gator och diken och avgrävda ledningar kostar samhället hundratals miljoner kronor om året. Arbetsfordon som får tillgång till digital information om var ledningarna befinner sig kan förhindra sådana olyckor och göra processen mer pålitlig.

VTI har kunskap om datadelning och dess juridik, inte minst sedan regeringsuppdraget kring elektrifiering av transporter. Mycket ledningsinfrastruktur

är säkerhetsklassad. Det gäller att förstå hur informationen kan nå rätt mottagare utan att tumma på säkerheten. Projektet ska ta fram en digital regelbok för att kunna dela säkert mellan olika aktörer inom olika dataområden, följa EU:s nya regelverk och göra den svenska tolkningen. Regelboken ska även ange juridiska aspekter. Där har Jeanette Andersson och Emma Pakki en viktig roll. Under våren pågick olika minidemonstrationer där ledningsägare som kommuner och elkraftbolag testade tekniken. Lina Nordin har varit på en sådan i Borås där nya ledningar skulle läggas till befintliga ledningar i en gata i ett villaområde.

– Data stämmer inte alltid. Vi märker att ledningarna ibland inte alls ligger där de ska vilket är ett stort problem. Om det blir fel är det till exempel inte alltid lätt att veta vem som är ersättningsskyldig om någon råkar gräva av en ledning.

Ansvarsfrågan har diskuterats i en separat workshop. Det är värdefullt att få veta vad olika parter tycker om just risker och ansvar.

Projektet är finansierat av Vinnova och Byggbranschens utvecklingsfond, SBUF, och ska vara klart hösten 2026. Koordinator är IT-företaget Eningo.



MER INFORMATION

Lina Nordin,
lina.nordin@vti.se

Text: Gunilla Rech
Foto: Fotograf Satu AB/
VTI, Jacqueline Wettergren/Eningo

Handledning om vägmarkeringar kan spara pengar och miljö

Slitage av vägmarkeringar orsakar varje år betydande utsläpp av mikroplaster. Det medför också stora kostnader och påverkar klimatet negativt. Men sedan i våras finns en ny handledning med åtgärder för att minska slitaget och därmed spridningen av mikroplaster.

Mikroplaster är en samlade beteckning för små plast- och gummi-fragment som är upp till fem millimeter stora. Forskning vid VTI har visat att vägmarkeringar som nöts ner orsakar utsläpp av mellan 40 och 570 ton mikroplaster om året – mängder motsvarande andra betydande källor som båtbottnfärger, konstgräsplaner och målning av byggnader.

Nu har forskarna som kartlade utsläppen gått vidare och tagit fram en praktisk guide för att minska slitaget. Handledningen finns i både fysisk och digital form och vänder sig till alla som på ett eller annat sätt arbetar med vägmarkeringar, främst i landets kommuner.

– Det finns en rad relativt enkla åtgärder som kan göra stor skillnad. Minskat slitage betyder mindre utsläpp, men också lägre kostnader och mindre klimatpåverkan i och med att materialåtgången minskar, säger VTI-forskaren Ida Järskog.

Problemet är mångfacetterat och berör en rad vitt skilda områden.

– Allra viktigast är kanske att beställarna säkerställer att de verkligen får det de har upphandlat, till exempel att förarbetet är bra och att materialet håller hög kvalitet. Man bör även följa upp funktion och kvalitet på markeringarna



Ida Järskog har tillsammans med andra forskare på VTI tagit fram en handledning för att minska slitaget från vägmarkeringar.

över tid. Idag gör brist på tid och i många fall kunskap att sådana uppföljningar sällan genomförs, säger Ida Järskog.

När det gäller upphandlingar är det viktigt att ställa krav både på pris och kvalitet.

– Det kan räcka med att beställaren specificerar att utvärderingsgrunden bästa förhållande mellan pris och kvalitet ska användas. Det visar att man värderar kvalitet och skapar incitament för entreprenören att välja ett material av högre kvalitet då det faktiskt gynnar dem. I dag är det bara priset som styr i de allra flesta fall.

Utöver den nya handledningen har VTI också publicerat en vetenskaplig rapport, med fördjupad information om de olika åtgärderna, och upplagd enligt samma struktur som handledningen. Allt material finns samlat på VTI:s webbsida om vägmarkeringar, tanken är att webbsidan fylls på allt eftersom det publiceras ny kunskap.

Vad händer sen?

Ida Järskog är nöjd och tycker att projektet uppmärksammas mer än hon räknat med. Sedan i maj har hon intervjuats av flera facktidskrifter som rapporterat om handledningen. Svensk Byggtjänst har skrivit om handledningen i sitt nyhetsbrev och den har laddats ner närmare tusen gånger.

Nästa år kommer Ida Järskog förhoppningsvis att presentera projektet på den stora internationella transportforskningskonferensen TRA i Budapest.

MER INFORMATION

Ida Järskog,
ida.jarlskog@vti.se

Text och foto:
Mikael Sönne

Läs mer
om väg-
markeringar
på vti.se:



Bättre vägunderhåll när experterna tar hjälp av AI-teknik

Traditionell planering av vägunderhåll bygger ofta på upphandling av specifika åtgärder till lägsta pris. Men med långa funktionskontrakt – så kallade ”tonåringar”, där entreprenören ansvarar för vägens skick i upp till 15 år – växer behovet av mer dynamiska och långsiktigt hållbara metoder. I ett nytt projekt används interaktion mellan AI och mänsklig expertis för att uppnå bättre planering av vägunderhåll.

Ett nytt forskningsprojekt ska använda artificiell intelligens (AI) för att förbättra planering och kvalitet på vägunderhåll. Projektet – som har två delar och leds av Thomas Lundberg, VTI, respektive Richard Nilsson, Skanska, – undersöker hur AI och maskininlärning kan användas för att analysera stora mängder data, mer omfattande än data från enbart vägytemätningar. Huvudsyftet med projektet är att un-

dersöka vilken teknik som ger bäst resultat och hur den kan tillämpas på långa funktionskontrakt.

Projektet fokuserar särskilt på Skanskas funktionskontrakt på E22 i Kalmar län och Östergötland. Där kombineras traditionella okulära inspektioner med avancerad teknik: mobilappar dokumenterar skador veckovis, deflektionsmätare och georadar monterade i tunga lastbilar bedömer vägens bärrighet och konstruktion, samt VTI:s nya avancerade mätbil VTI Mobile Research Platform* som fångar sprickor och ytskador ner på millimeternivå. Utvärderingen görs med hjälp av två olika metoder som jämförs med varandra, den traditionella och en datadriven metod.

För att skapa en mer komplett bild hämtas data dessutom från flera olika öppna källor. Det handlar bland annat om Nationella vägdatabanken (NVDB), som innehåller information om hela det svenska vägnätet, och PMSv4, ett system med vägytemätningar från 1987 och framåt. Dessutom används markfuktighetskartor, jordartskartor, meteorologiska data om nederbörd och temperatur samt mätvärden från sensorer som visar tjälens utbredning i vägen. All denna information samlas, positioneras och analyseras med hjälp av AI-modeller. Resultaten granskas sedan av forskare vid forskningsinstitutet RISE, som letar efter mönster och trender som kan ligga till grund för framtida beslut.

– Ett viktigt inslag i projektet är just kombinationen av mänsklig expertis och automatiserad analys, så kallad Human-in-the-loop, HITL. Även om målet är att automatisera delar av processen, är det avgörande att modellerna vägs mot erfarenhetsbaserade bedömningar, betonar Thomas Lundberg. Projektet betonar också vikten av att kunna förklara varför vissa skador uppstår – och föreslå rätt åtgärd, inte bara identifiera att något är fel.

POTENTIAL ATT FÖRÄNDRA BRANSCHEN

– Förväntningarna på projektet är höga. Resultatet kan ge bättre beslutsunderlag för såväl entreprenörer som väghållare och leda till mer hållbara vägar till lägre kostnader. Med en planeringshori-

sont på ett år för en underhållsåtgärd är förhoppningen att modellen kan välja de mest högprioriterade vägvägnitt genom att extrapolera tillståndet ett år framåt och samtidigt ge ett allsidigt underlag för val av åtgärd, säger Thomas Lundberg.

Målet är att ta fram en robust metod att prognostisera tillståndet på vägen. Prognosen kan användas som underlag för val av åtgärdssträckor, åtgärdsmetod och tidpunkt för underhåll, både ur ett beständighetsperspektiv och ett ekonomiskt perspektiv. Metoden förväntas också kunna upptäcka andra skadetyper och få andra åtgärdstidpunkter än tidigare. På sikt kan resultaten påverka hur hela branschen planerar underhåll. En robust prognosmodell skulle kunna bidra till bättre kravställning i framtida funktionskontrakt, större medvetenhet om hur underhåll bör planeras och mer kostnadseffektiva avtal – inte bara för Trafikverket, utan även för kommuner och andra väghållare. I slutändan är målet förstås att skapa vägar som håller längre och kräver färre akuta insatser.

Projektet, som finansieras av Kompetenscentrum vägteknik, KCV, och Svenska byggbranschens utvecklingsfond, SBUF, ska slutredovisas 2028. ▶▶

* Se mer information om VTI Mobile Research Platform på nästa sida.



Läs mer om VTI Mobile Research Platform

Bilden visar: VTI Mobile Research Platform på testbanan duraBAST utanför Köln i Tyskland.

MER INFORMATION
Thomas Lundberg,
thomas.lundberg@vti.se

Text: Christina Karlsson
Foto: Nicklas Mattisson/VTI,
Fotograf Satu AB/VTI





Thomas Lundberg,
forskningsingenjör
på VTI, i VTI Mobile
Research Platform.

”Ett viktigt inslag i projektet är just kombinationen av mänsklig expertis och automatiserad analys”

1



2



3



OM VTI MOBILE RESEARCH PLATFORM

VTI:s nya vägytemätbil är utrustad med avancerade mät-system som samlar in detaljerade data om vägytan och dess omgivning.

VÄGYTEMÄTNING: Analyserar vägytans tillstånd inklusive längs- och tvärgående ojämnheter, sprickor, textur, lutningar och väggeometri.

OMRÅDESSCANNING: Skapar en digital tvilling av väg-området med högupplösta punktmoln och 360-bilder.

Bilderna visar:

1. Lidarskanner för områdesmätning.
2. Linjelaser för profil- och sprickmätning.
3. Punktlaser för textur- och jämnhetsmätning.

Nya riktlinjer ökar efterfrågan på mätning av flygplatsers bärighet

Internationella civila luftfartsorganisationen ICAO har gjort om riktlinjerna för klassificering av flygfältsbanors bärighet. Syftet med ändringen är att få en riktigare och mer diversifierad bild av banors fysiska kapacitet.

Den nya klassifikationen, Aircraft Classification Rating (ACR) – Pavement Classification Rating (PCR), består precis som förut av två delar, en för flygplanen och en för banorna.

Håkan Carlsson, laboratoriechef på VTI, är ofta ute på uppdrag och mäter bärigheten på flygplatser runt om i Sverige. Han förklarar att även om klassificeringen är ny är mätutrustningen och mätmetoden desamma. Provb belastningen på banan utförs som tidigare med VTI:s tunga fallviktsmätare. Fallvikten orsakar en kraft på konstruktionen på minst 100 kN (kilonewton), vilket ger upphov till en töjning som mäts. Mätningen visar konstruktionens styvhet och lagrens elasticitetsmodul i mätpunkten. De värdena ligger sedan till grund för analysen och måttet på bärighet.

– Det är i analysen som det nya kommer in. Den är mer omfattande och tar hänsyn till fler parametrar än tidigare, som olika typer av flygplan och trafikmängden på en flygplats, säger Håkan Carlsson.

Förut räknade man med standardlaster för flygplanen men nu lägger man ihop olika flygplantyper och får en summering av olika plan som trafikerar flygplatsen. Om en flygplats börjar trafikeras av flygplan med större påverkan på banan eller om trafikmängden ökar kan en ny analys behöva göras.



MER INFORMATION
Håkan Carlsson,
hakan.carlsson@vti.se

Text: Hillevi Ternström
Foto: Mikael Andersson/
Mostphotos.com



Ett flygplan med ett visst ACR får bara trafikera en flygplats som har ett PCR som klarar flygplanets ACR. Det är ett sätt att se till att inte för tunga flygplan trafikerar flygplatser med banor med för låg bärighet.

De nya riktlinjerna har inneburit att Håkan Carlsson och hans kollega seniora forskaren Abubeker Ahmed verkligen har fått dyka ner i detaljerna för hur uträkningarna och analysen nu ska gå till. Abubeker Ahmed är expert på beläggnings nedbrytningsprocesser och tillsammans har de två, i kontakt med Swedavia och andra aktörer, anpassat riktlinjerna för svenska förhållanden.

– Klimat och material har betydelse för bärigheten och banornas livslängd så därför kan vi här i Sverige eller i övriga Norden inte använda ICAO:s grundläggande metod rakt av.

Även om Luftfartsverket inte inför de nya riktlinjerna officiellt i Sverige förrän senare under 2025 eller 2026, så har Håkan Carlsson märkt en ökad efterfrågan på nya mätningar och analyser. I stället för 5–10 flygplatser under ett år räknar han med att VTI kommer att ha genomfört mätningar och analyser för 15–20 flygplatser när året är slut.

OM ACR-PCR

Den nya internationella klassificeringen för flygplatsers banor är ACR-PCR.

ACR Aircraft

Classification Rating: mått på flygplanets påverkan på banan

PCR Pavement

Classification Rating: mått på banans bärighet

Ett flygplan med ett visst ACR får bara trafikera en flygplats som har ett PCR som klarar flygplanets ACR.

Koll på upphandling kan spara miljarder

Bristfälliga upphandlingar och undermåliga uppföljningar kostar samhället stora summor varje år. Dessutom blir kvaliteten i verksamheten sämre än den annars skulle ha varit. Men kanske har forskare på VTI en del av lösningen.

VTI har en stark forskningstradition av att granska och analysera upphandlingar i transportsektorn. Ivan Ridderstedt, som disputerade 2023 med en avhandling om upphandlingar av vägunderhåll och kollektivtrafik, har redan hunnit med nästan tio år inom området.

Redan under grundutbildningen inriktade han sig mot organisations- och styrningsfrågor men intresset för transportområdet väcktes mest av en slump under masterutbildningen på KTH, när en kurskamrat bad om hjälp med en analys av Trafikverket. Kurskamraten skulle granska indikatorerna i myndighetens årsredovisningar och behövde stöd av någon som var riktigt duktig på statistik. Utöver att bistå i den analysen kunde Ivan Ridderstedt senare använda materialet i sin egen masteruppsats.

– Efter examen sökte jag mig medvetet till VTI. För den som är intresserad av upphandlingar finns många bra case inom transportsektorn, till exempel kollektivtrafik och underhåll av infrastruktur. Det är omfattande, ganska standardiserade upphandlingar med stora mängder data som passar för kvantitativa analyser.

– I grund och botten handlar det om att begränsa de offentliga medel ska används på bästa sätt, säger Ivan Ridderstedt.

Och det är på den punkten det brister. Ett återkommande problem som VTI-ekonomerna pekat på är avsaknaden av systematisk uppföljning. Varor och tjänster köps in, men utvärderas och granskas sällan ordentligt i efterhand. Nya upphandlingsmetoder, krav och incitament sätts utan strategier för att utvärdera effekten av förändringen.

Bristerna gäller oavsett om upphandlingarna görs av Trafikverket, regionala kollektivtrafikmyndigheter eller kommuner – ja, Ivan Ridderstedt ser det som ett strukturellt problem i hela den offentliga sektorn.

I hela samhället uppgår de offentliga upphandlingarna grovt räknat till 15 procent av BNP eller cirka 900 miljarder kronor årligen. En effektivisering på en procent innebär besparingar på flera miljarder.

– Sen rör det sig inte bara om kronor och ören. Det handlar också om att få valuta för pengarna och så bra kvalitet i verksamheten som möjligt. Flera studier visar att det kan vara ganska stora skillnader mellan vad som beställs och vad som faktiskt levereras.

– På ett annat plan handlar det om att ta tillvara den kunskap och den erfarenhet som tidigare upphandlingar har givit. Gör man inte det kastar man bort en massa kunskap helt i onödan.

Att uppföljningarna är så bristfälliga kan ha flera förklaringar. För det första är det helt enkelt svårt – Trafikverket har till exempel inte haft tillgång till system som klarar av att hantera de informationsmängder som är nödvändiga för kvantitativa uppföljningar.

Ofta saknas det också incitament för att arbeta med uppföljningar. Medarbetare kan uppleva det jobbigt att bli granskade och jämförda medan chefer kan vara rädda för att uppföljningar ska ses som ett tecken på att de misstror anställda eller entreprenörer. Medarbetare som har många olika arbetsuppgifter, inte minst med regelefterlevnad, prioriterar naturligt nog det som är mest bråttom och akut.

– Bristen på uppföljning kan också ses som en reaktion mot trubbiga tillämpningar av New Public Management, NPM, där allt skulle mätas och det gick till överdrift med styrning baserad på nyckeltal.

Samtidigt, menar Ivan Ridderstedt, finns tydliga tecken på att utvecklingen håller på att vända. En orsak kan vara VTI-forskarnas enträgna forskning, som både har påvisat fördelarna med kvantitativa analyser och exemplifierat hur den nödvändiga informationen kan hanteras. I två rapporter* gjorda på uppdrag av Trafikanalys visas att

nya IT-system på Trafikverket kan innebära klara förbättringar när det gäller uppföljning och hantering av stora informationsmängder.

– Ambitionen finns och Trafikverket satsar stora pengar på det. I bästa fall blir det till stor nytta i kommande upphandlingar, konstaterar Ivan Ridderstedt.



Infrastruktur och kollektivtrafik – två områden inom transportsektorn där varor och tjänster upphandlas för miljardbelopp.

Framåt vill han och VTI-kollegorna bland annat granska vad som kan vara rimliga ambitionsnivåer för uppföljningar. Ur ekonomisk synvinkel innebär även de en kostnad. Andra viktiga frågor är möjligheterna i den tekniska utvecklingen och vilka incitament som kan driva uppföljningar – och spänningen mellan kollektiva nyttigheter och enskilda arbetsinsatser.



MER INFORMATION
Ivan Ridderstedt,
ivan.ridderstedt@vti.se

Text: Mikael Sönne
Foto: Hans Baath-StockAdobe.com,
Michael Erhardsson/Mostphotos.com,
pikselstock-StockAdobe.com

*Läs de två rapporterna här:



Koll på kostnaderna: kartläggning av Trafikverkets digitala infrastruktur för kostnadskontroll (2024)



Trafikverkets styrning för utvecklad informationshantering (2025)



När vintern inte är vad den varit

Hur mycket snöar det i Sverige? Hur ofta blir det halt? Och framför allt – hur förändras vintern när klimatet förändras? I en ny rapport visar Anna Arvidsson, senior forskare på VTI, att framtidens vinterväghållning står inför en ny verklighet där gamla sanningar inte längre gäller.

Anna Arvidsson har på uppdrag av Trafikverket analyserat 20 års data av vintervägväder för hela Sverige och kartlagt förändringar i temperatur, nederbörd och halka. Resultaten visar tydligt att vintervädret har blivit mer nyckfullt. Perioder med tö och frost om vartannat ökar, medan långvariga kallperioder blir färre. Samtidigt blir snöfallen mer intensiva, men färre – särskilt i södra Sverige.

Vi är vana vid skillnader mellan Skåne och Lappland, men klimatzonerna är nu i rörelse. Data visar att gränsen för frostnätter förskjuts norrut, och redan om 25 år kan Gävleborg ha ett vinterklimat som liknar dagens Östergötland. Snön kommer falla mer sällan i söder och längs Norrlandskusten, där temperaturen allt oftare hamnar över nollan. I stället kommer mer regn – med risk för översvämningar snarare än halka.

För den som jobbar med vinterväghållning innebär det nya utmaningar. Fler väderväxlingar kräver fler insatser – inte bara plogning, utan också halkbekämpning. Men salt kräver trafik för att vara effektivt och många vägar i norra Sverige saknar tillräckliga trafikflöden.

– Resultatet från projektet ska ge Trafikverket stöd inför kommande anpassningar av krav på intervaller och åtgärder. Även om Trafikverket är beställare och främsta mottagare av resultaten så kommer andra väghållare – som kommuner – också ha behov av att se över sina regler, säger Anna Arvidsson, som har ansökt om förnyad finansiering.

EN FRAMTID MED FLER FRÅGOR ÄN SVAR

Hur ska vi planera vinterväghållningen när klimatet förändras? Kan vi fortsätta ha samma standarder i hela landet? Hur påverkas vägarna när det regnar mer på vintern och temperaturen svänger kring nollstrecket? Studien pekar på ett behov av mer forskning – inte bara om vinterväghållning utan också om hur vägarnas konstruktion och underhåll behöver anpassas till framtidens klimat. Det är dags att rusta för ett väder som växlar snabbare, snöar intensivare och töar där det förr var konstanta minusgrader. För framtidens vinterväghållning krävs både ny kunskap och nya lösningar.

Projektet Vinterväghållning i ett föränderligt klimat avslutades i juni 2025.



MER INFORMATION
Anna Arvidsson,
anna.arvidsson@vti.se

Text: Christina Karlsson
Foto: Hans Christiansson/Mostphotos.com

Läs rapporten här:



Anita Ihs går i pension efter ett forskarliv i samhällsnyttans tjänst

Enligt henne själv var det slumpen som förde henne till VTI, men hon trivdes så bra att hon blev kvar ett helt yrkesliv. Nu går Anita Ihs i pension.



Hon kom från Järfälla för att studera till civilingenjör på Y-linjen vid Linköpings universitet. Först hade hon tänkt läsa medicinsk teknik men ändrade inriktning till tillämpad fysik. Direkt efter utbildningen doktorerade Anita Ihs. Under arbetet med avhandlingen fick hon sitt första barn och när hon doktorerat kom barn nummer två. Därefter sökte Anita Ihs jobb och just då dök det upp en forskartjänst på VTI.

– Nej, det fanns inte någon koppling till min avhandling, säger hon. Men VTI sökte civilingenjörer inom antingen teknisk fysik och elektronik eller väg- och vattenbyggnad.

Så kom det sig att Anita Ihs började forska på drift och underhåll med fokus på vinterväghållning, ett stort forskningsområde på VTI på 1990-talet.

– Och vi var ledande inom det, även internationellt, inflikar hon.

Ämnet var relativt nytt. Det handlade mycket om att utveckla vinterväghållningsmetoderna, materialen och strategierna i sig. Mycket av det som kom fram har lagt grunden till hur vinterväghållningen ser ut i dag.

– Ett annat styrkeområde inom drift och underhåll var mätning och analys av tillståndet på vägytan. Det hade VTI hållit på med sedan tidigt 1980-tal, de första mätbilarna byggdes ju till och med här.

Anita Ihs har arbetat med otaliga forskningsprojekt. Hon har även jobbat internationellt, till exempel varit VTI:s representant i FEHRL, Forum of European National Highway Research Labora-

tories, som kan beskrivas som en sammanfattning av VTI:s motsvarighet i ett 30-tal länder i Europa och ytterligare ett antal länder utanför vår världsdel.

Så småningom blev Anita Ihs enhetschef för forskningsenheten Drift och underhåll, för att 2013 bli avdelningschef för hela VTI:s forskningsavdelning Infrastruktur, där även forskningsenheterna Krockssäkerhet, mätteknik och verkstad samt Väg- och banteknik ingår. Som avdelningschef har Anita Ihs också ingått i VTI:s ledningsgrupp.

– Den forskning VTI bedriver är samhällsnyttig, det är en del i att det är så meningsfullt och roligt att jobba här. Sedan har det förstås skett stora förändringar inom alla områden under åren. Vinterväghållning i dag har till exempel ett stort fokus på digitalisering och automatisering, och det är otroliga mängder data som samlas in jämfört med 1990-talet, data som ska behandlas och tolkas. Här kommer maskininlärning och AI in, och här finns också en utvecklingspotential för VTI.

Anita Ihs ser fram emot att få tillbringa mer tid med barnbarnen, träna mycket, läsa böcker och renovera fritidshuset ("vi har precis köpt det och renoveringsbehovet är stort").

Text: Catarina Gisby/Redakta
Foto: Annika Johansson/VTI

– Ser man framåt tror jag att de stora forskningsprojekten bland annat kommer att handla om ökad resiliens hos transportinfrastrukturen för att klara klimattförändringarna, säger Anita Ihs. Och så kommer det att finnas allt fler projekt om hur vi måste hushålla med våra ändligen resurser. Cirkularitet och cirkulär ekonomi, och transportsystemets bidrag till detta, blir allt viktigare.



Från vänster till höger: Anders Öberg, regionstyrelsens ordförande, Region Norrbotten, Ann-Sofie Eriksson, chef för sektionen för planering, säkerhet och miljö, SKR, Linnea Eriksson, senior forskare, VTI, Helene Hellmark Knutsson, landshövding, Länsstyrelsen Västerbotten och Ulrika Geeraeds, planeringsdirektör, Trafikverket, medverkade i VTI:s seminarium om transportsystemet.

Resiliens från norr till söder i Almedalen

I år arrangerade VTI två egna seminarier under Almedalsveckan med tema "Ett resiliellt transportsystem från norr till söder". Syftet var att på detta sätt lyfta VTI:s breda kompetens inom resiliensområdet samt belysa att VTI nu också finns på plats i norra Sverige.

Det första seminariet hade ett samhällsperspektiv där en panel diskuterade frågor som rörde beredskap, planering, ansvar och samverkan inom transportsystemet.

Det andra seminariet, som arrangerades i samarbete med Arctic Center of Energy (ACE), hade teknikfokus och kretsade kring frågor om hur ett elektrifierat och automatiserat energisystem kan fungera i oroliga tider.

Utöver våra egna sessioner deltog forskare från VTI i seminarier om elbilsaddning och upphandling av kollektivtrafik.



MER INFORMATION
Eva Ankarberg,
eva.ankarberg@vti.se

Se seminarierna:



Möt oss på Sveriges Trafiksäkerhetsdagar!

20-21 oktober 2025
Lindholmen Science Park,
Lindholmospiren 3, Göteborg

vti



Anders Nordelöf, professor i miljösystemanalys på VTI.

Anders Nordelöf tilldelad Best Paper Award på EVS 38

En artikel av professor Anders Nordelöf, och Anita Bongards, BorgWarner, utsågs till "Best Lecture Paper" vid den internationella mässan och konferensen för elektromobilitet EVS 38.

Artikeln beskriver effekter av metodval inom livscykelanalys av värdekedjor där samma processteg producerar mer än en produkt. Ett exempel är utvinning och förädling av sällsynta jordartsmetaller eftersom de ofta förekommer gemensamt i den mineral som de utvinns ifrån.

I studien granskar författarna hur fluktuerande priser påverkar efterfrågan, och därmed miljöbördan, för olika produkter längs hela värdekedjan.

– Det är roligt att få ett kvitto på att min forskning är relevant för utvecklingen inom elektromobilitet i stort, och att den bedöms hålla hög kvalitet vid en internationell jämförelse, säger Anders Nordelöf.

EVS, The International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, är världens största elfordonskonferens. I juni i år arrangerades den för första gången i Sverige och Göteborg.

MER INFORMATION
Anders Nordelöf,
anders.nordelof@vti.se

Läs artikeln:



Läs mer om EVS 38:



Transportforum 2026

Bästa starten på det nya transportåret! 14-15 januari i Linköping.

Boka redan nu!

Transportforum | vti

Prisad artikel om innovativa regelbrytare

En artikel om Trafikverkets framgångsrika – och okonventionella – digitala plattformsutveckling publicerad i *The Journal of Strategic Information Systems* har tilldelats JSIS 2024 Best Paper Award.

– När vi började studien tillät inte Trafikverket externa utvecklare att utveckla appar och andra tjänster för tåg men trots det fanns flera appar som skrapade data från Trafikverkets webbsidor. Artikeln undersöker öppna dataplattformar i offentlig sektor och hur man kan samarbeta med "outlaw innovators" för att skapa bättre digitala tjänster för medborgare, säger Daniel Rudmark, forskningsledare på VTI och en av artikelförfattarna.

– Utmärkelsen är ett erkännande av att vårt arbete håller hög vetenskaplig kvalitet. Det är särskilt roligt eftersom vi har följt och analyserat materialet under lång tid plus att vi använt oss av designforskning, då den typen av forskningsprojekt har hög risk med osäkert utfall.

Medförfattare är Rikard Lindgren, Göteborgs universitet, och Ulrike Schultze, Gronings universitet.



Daniel Rudmark, forskningsledare på VTI.

MER INFORMATION
Daniel Rudmark,
daniel.rudmark@vti.se

Läs artikeln här:



VTI utvärderar solcellsdrivna lätta lastfordon

Energiautonoma fordon, ofta kallade solcellsdrivna elfordon, låter kanske som en dröm, men är sedan flera år också verklighet. I ett nytt forskningsprojekt ska VTI utvärdera prestanda och affärsmöjligheter med trehjulingar som delvis laddas av sol.

Projektet, som finansieras av Energimyndigheten och genomförs tillsammans med Clean Motion AB, ska prestanda, effektivitet och användarerfarenhet från företagets eldrivna trehjuling EVIG utvärderas. Fordonet som används för lätta transporter i stadsmiljö har solpaneler på taket och laddas med förnybar energi under körning.

Fordonet används i dag i Frankrike, Spanien, Sverige, Nederländerna och Saudiarabien och från samtliga dessa länder kommer data att samlas in. Ett viktigt mål är att identifiera skillnader i prestanda mellan olika regioner, klimat och driftförhållanden.

– Energiautonoma fordon erbjuder en unik möjlighet att förbättra transporternas hållbarhet genom att minska beroendet av el från elnätet och sänka driftkostnaderna. Deras prestanda är dock starkt beroende av väder, geografi och teknisk effektivitet, vilket innebär utmaningar för en bred implementering, säger projektledaren och VTI-forskaren Harrison John Bhatti.

I projektet undersöks också användarperspektivet, fordonens kostnadseffektivitet och olika utmaningar vid införandet på olika marknader. Den erfarenheten och kunskapen ska sedan användas för att utveckla möjliga affärsmodeller och marknadsstrategier för solcellsdrivna fordon.

– Projektet är ett första steg i forskningen om energiautonoma fordon och kommer att utgöra basen för flera fortsättningsprojekt. I nästa steg hoppas vi kunna inkludera fler fordonstyper och transporter, säger Harrison John Bhatti.

Lätta fordon har avsevärt lägre energiförbrukning vid drift, vilket medför att de integrerade solpanelerna på EVIG gör verklig operativ nytta då de kan stå för merparten av fordonets energibehov vid rätt förhållande.



Lastfordonet EVIG med solpaneler på taket.

– Genom att kombinera låg fordonsvikt, hög verkningsgrad i drivlinan och optimerade solpaneler kan EVIG i princip bli självförsörjande under rätt förhållanden. Det innebär att vi inte bara minskar laddbehovet – vi omdefinierar vad som är möjligt för eldrivna transportfordon i urbana miljöer, säger William Collings, Chief Technology Officer på Clean Motion.

Projektet ”Energiautonoma fordon – analys av solcellsdrivna elfordons operativa prestanda och användarerfarenheter” startade i juni 2025 och ska vara slutfört vid utgången av 2027. Det finansieras inom ramen för forskningsprogrammet FFI, Fordonstrategisk forskning och innovation, Nollutsläpp.



MER INFORMATION
Harrison John Bhatti,
 harrison.john.bhatti@vti.se
 —
Text: Mikael Sönne
Foto: Clean Motion AB

Läs mer
 om last-
 fordonet
 EVIG:



Nya publiceringar

VTI RAPPORTER

Funktion och uppföljning av BGG (Blå-Grön-Grå) infrastruktur för klimatanpassning (Del 1): Dimensionering, bärighet och infiltration.

VTI rapport 1239.

Fredrik Hellman, Erik Simonsen, Kent Fridell, Shafiqur Rahman, Björn Schouenborg, Anders Junghage.

Komfortmått för cykelvägar: underlag till kravställning på nylagda ytors jämnhet.

VTI rapport 1238.

Anna Niska, Peter Andrén, Martin Wiström, Calle Ossbahr, Leif Sjögren, Christian Stjernquist, Christian Glantz.

Vinterväghållning i ett föränderligt klimat: historiska och framtida förändringar i vägljumatet.

VTI rapport 1237.

Anna K. Arvidsson.

VTI PM

Jämförande provning flisighetsindex och LT-index: Svensk ringanalys 2022.

VTI PM 2025:6.

Håkan Arvidsson.

Bedömningsunderlag för sandning och saltning i enlighet med luftkvalitetsdirektivet.

VTI PM 2025:5.

Mats Gustafsson, Johan Egeskog, Ida Järiskog, Anna Niska.



LADDA NED VTI-PUBLIKATIONER

Publikationer laddas ned via QR-koden eller VTI:s webbplats: www.vti.se/publikationer

TIDSKRIFTSARTIKLAR

Estimating bicycle route choice model in value-of-time space, a case study of Gothenburg.

Journal of Cycling and Micromobility Research. 4(2025):100064.

Chengxi Liu, Fredrik Johansson, Ida Kristoffersson, Clas Rydergren.

Responses of a thin flexible pavement loaded with tires of various dimensions and configurations.

Road Materials and Pavement Design. (2025).

Mohammad Shafiqur Rahman, Abubeker W. Ahmed, Sigurdur Erlingsson.

Cradle-to-pavement carbon footprint and biogenic carbon accounting of bio-extended bituminous binders for asphalt pavements.

Canadian Journal of Civil Engineering. (2025).

Jiqing Zhu, Yue Huang, Abubeker W. Ahmed, Yared Dinegdae, Songfeng Shen.

Effects of heavy trucks on cyclists during overtaking manoeuvres: a controlled study.

Traffic Safety Research. 9(2025): e000093.

Katja Kircher, Sogol Kharrazi, Lennart Cider, Jesper Sandin, Lena Larsson.

Stationary charging, electric road charging or battery swapping? A multi-day truck trip cost model.

Research in Transportation Business and Management (RTBM). 62(2025): 101431.

Maria Börjesson, Emil Numminen, Henrik Sällberg.



BGG-konstruktioner, med en underbyggnad med stor andel porer, kan lagra dagvatten och minska risken för översvämning. (VTI rapport 1239)



Både sand och salt bidrar till PM₁₀ men sandning har generellt större påverkan än saltning av vägar under vintern. (VTI PM 2025:5)

Ett modernt vägunderhåll i en föränderlig tid

Sommaren står i sin djupaste grönska när jag skriver dessa ord. Solen har gassat i veckor, blandat med vilda åskskurar och vad SMHI kallar skyfällsliknande regn. Just idag smattrar regnet från gråtunga skyar och jag ser grusvägen fullkomligt spolat bort utanför fönstret. Det bildas snabbt små sjöar intill vägkanten, och i just den här vägen tar regnet en egen fära, i stället för att gå i det gräsbevuxna diket vid sidan om, för vatten tar alltid den enklaste vägen.

Vägar, så viktiga de är för allas framkomlighet. Många tar dem för givet, planerar sina logistikflöden utifrån att vägarna finns där som en länk mellan noder, men att hålla dem väl underhållna och säkra att åka på kräver rigoröst med planering och utförande. Hela drift- och underhållsmaskineriet arbetar dygnet runt, året om, för att hålla vägar körbara och säkra för oss vanliga trafikanter.

Vad är intressant inom vägunderhållet just nu? Givetvis händer mycket inom digitalisering, uppkopplade fordon och AI, som öppnat för en ny värld av möjligheter för att skapa ett brett övervakningssystem av vägnätets tillstånd. Det pågår flera forskningsprojekt som rör just hur information som samlas in med hjälp av sensorer eller mobiltelefoner i fordon kan användas för att detektera skador på vägnätet, och kanske även kunna bidra till planering av underhållsåtgärder. Samtidigt pågår forskning kopplat till vägmateriale och metoder som ska ge lägre utsläpp och klimatpåverkan från vägkonstruktion och underhållsarbeten.

Givetvis fortsätter planering och åtgärder för klimatanpassning. Trots att mycket klimatanpassning

redan görs så är det svårt att veta vilka åtgärder som är bäst att utföra och var. Vi vet inte exakt var nästa skyfall kommer att drabba, men där det händer vill vi vara så pass förberedda som det går. Därför är fortsatt forskning kring klimatanpassningsåtgärder och uppföljning av dessa åtgärder extra viktigt.

Jag vill också lyfta behovet av att anpassa vår väginfrastruktur till det ändrade världsläget. Vi har gått med i Nato, vilket innebär att högre krav kommer att ställas på våra vägar och Trafikverket är redan igång med att exempelvis bredda och förstärka viktiga broar. Men hur ser det ut för det övriga vägnätet, kommer det att klara en högre belastning av militära fordonsförflyttningar och ökade mängder transporter av förnödenheter? Här ser jag VTI som en viktig forskningsnod, där vi med hjälp av vår kompetens om vägar, väguppbyggnad och vägars tillstånd tillsammans med vår kompetens inom logistik kan bidra med värdefull kunskap till beredskapsplaneringen.

Jag ser en spännande tid framför oss, det är mycket som händer på vägunderhållssidan, en ny branschförening har startat och det finns otroligt många forskningsuppdrag att gräva djupare i. Samtidigt träder jag själv in i en ny roll som avdelningschef för Infrastruktur, med en förhoppning om att kunna bidra till att möjliggöra flera av de samarbeten som krävs för att driva dessa frågor framåt.



Lina Nordin
Avdelningschef på VTI
KONTAKT
lina.nordin@vti.se

”Vi behöver anpassa vår väginfrastruktur till det ändrade världsläget.”