

Slutrapport Skyltfonden – Salthaltsmätningar för effektivare underhåll

Slutrapporten är framtagen med ekonomiskt stöd från Trafikverket Skyltfonden. Ståndpunkter, slutsatser och arbetsmetoder i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter, slutsatser och arbetsmetoder inom rapportens ämnesområde.

Sammanfattning

Historiska data och erfarenhet avgör idag ofta hur vinterväghållningen ska utföras. Med bättre indata kan bättre beslut fattas och detta kan både öka trafiksäkerheten och minska miljöpåverkan. Projektets syfte var att ta fram en prototyp för mätning av restsalt på vägar och gator. Detta har visat sig vara lättare sagt än gjort men slutresultatet är en prototyp där man kan använda två olika typer av sensorer för att få ut grundläggande data om luftfuktighet samt luft- och vägtemperatur respektive noggranna data om konduktivitet och vägtemperatur. Dessa system går att använda var för sig eller i kombination på samma plats. De kan också kombineras med väderprognoser för att kunna förutspå framtida förändringar i vägmiljön.

Våra slutsatser är att det är dyrt att mäta exakt på många platser men att det kan ge minst lika bra resultat att mäta mindre exakt men på många platser.

Erhållen trafiksäkerhetsnytta

Att veta när man ska salta eller inte salta vägar och gator har stor påverkan på hur väl vinterdriften av vägar och gator fungerar. Det i sin tur påverkar trafiksäkerheten. Genom att den utvecklade prototypen förutspår när saltspridning behöver ske erhålls trafiksäkerhetsnytta.

Bakgrund

Hundratusentals ton vägsalt sprids ut på våra vägar vintertid för att skapa säkra trafikförhållanden. Men vinterväghållning och vägsaltsanvändning kan bidra till förstöring av angränsande mark och vegetation. Vägsalt sprids från vägen på olika sätt, till exempel genom att plogas bort, att det skvätter från fordon, genom avrinning, eller till och med via vinden. Salt sprider sig lösligt i grundvatten eller ytvatten som natrium- och kloridjoner och rör sig vidare i marken eller ackumuleras inom den. Klimat, väderförhållande, landskapets utformning och användning, trafikmängd och vägunderhåll är faktorer som påverkar både saltåtgången och spridningsvägarna. Målet med vintervägunderhållning är att ha ett tryggt vägnät som ger minimal negativ miljöpåverkan.

Saltning av vägar är en viktig parameter för trafiksäkerheten under den kalla delen av året. Om organisationen som utför saltningen inte vet hur mycket salt som redan finns på en gata har de inget annat val än att salta igen, för säkerhets skull.

Projektet har studerat de sensorer som finns tillgängliga på marknaden och som kan detektera salt på vägbana. Det finns olika tekniker med olika kostnadsnivåer. Projektet har också studerat rapportering från VTI med jämförelser mellan olika sensorer, men av meteorologiska och andra skäl resulterade den jämförelsen inte i några direkta rekommendationer.

Syfte

Med detta projekt ville vi ta fram en metod för att mäta salthalt på vägar och tillsammans med väderdata, till exempel vägtemperatur och luftfuktighet, kunna upplysa saltningsorganisationen om kvarvarande salthalt på gator där mätinstrumenten finns installerade. Med hjälp av den informationen skulle man kunna öka trafiksäkerheten genom att salta igen då nivån av restsalt på en plats sjunker under angiven gräns. Man kan också undvika att salta i onödan när det finns tillräckligt med restsalt på gatan och därmed slippa både onödig spridning av salt till omgivningen och utsläppen som genereras av fordonen som saltar och på så sätt både spara pengar och minska påverkan på miljön. Fokus ligger på kommunala vägnät där traditionella mätmetoder och tjänster många gånger är för kostsamma.

Beskrivning av metod och material

Saltets funktion på vägen är att sänka fryspunkten, så att vägen blir hal vid en lägre temperatur än den som råder. För att kunna beräkna fryspunkten krävs kännedom om typen av vägsalt som används. I de allra flesta fall används NaCl (vanligt havssalt). För att mäta frystemperatur kan ytfukten frysas i cykler och frystemperaturen bestämmas, vilket ger en tillförlitlig mätning av fryspunkt. Dessa sensorer kallas frensorer. Dessa är dock mycket dyra och utmanande att använda utan fast elanslutning och ströks därför ur projektet i ett tidigt stadium.

Det är önskansvärt att mäta salthalt i vägbana på hela ytan för att kunna förutse behovet av saltning. Dagens teknik och utvärderingar visar att det trots kostsamma och noggranna sensorer är utmanande att få ut rätt information. De verkliga förhållandena är utmanande och omöjliggör många gånger ett trovärdigt resultat från mätningarna (Se [rapport från VTI](#)). Ett sätt att få indikationer om väglag är att samarbeta med fordonstillverkare som har friktionsdata från sin fordonsflotta. Detta skulle ge indikationer över hela vägbanan och skulle visserligen inte mäta salthalten men det skulle ge en prediktion av när det är dags att salta genom att visa friktionen. Data från uppkopplade fordon är troligen den mest effektiva indata för att ge en rättvisande bild av väglaget i trafikmiljöer med kontinuerliga trafikflöden. Halkindikering från fordon kan ge minst lika bra resultat utan vägbaneinstallerade sensorer men det kräver ett större samarbete med fordonstillverkarna och har inte ingått i projektet.

För att uppskatta salthalt på vägen på många platser och till en rimlig kostnad krävs enkla sensorer och mätmetoder. De flesta sensorer för att mäta salthalt utgörs av en behållare som gjuts in i vägen där ytvatten (inkl. andra på vägytan förekommande föroreningar) samlas. Denna behållare innehåller sensorer som mäter elektrisk konduktivitet. Denna metod fungerar endast om behållaren också innehåller en tillräckligt stor mängd fukt. Salthalt kan därför endast mätas vid fuktig väderlek.

Salthaltssensorerna kan också kompletteras med väderstation och/eller någon form av kamera/laser som studerar vägytan från en viss höjd, till exempel för analys av snö mängd eller vattenmängd på ytan. Alla dessa tillägg påverkar, av naturliga skäl, kostnaden för mätningen uppåt.

Genomlysningen av marknaden har visat att vanligt förekommande sensorer ofta säljs som en del av ett större mätsystem, vilket fördyrar sensorn. Kostnad, robusthet och flexibilitet är avgörande faktorer

vid val av mätutrustning. Det är i detta fall önskvärt med en mätutrustning som går att använda i flera applikationer och alternativa monteringsmetoder beroende av installationsmiljöer.

Det finns en vägbanesensor som heter [StreetSense](#), som borrar ner i asfalten som mäter både trafikflöden, hastighet, mängden salt och ytans fuktmängd i tre steg. Saltmängden mäts med hjälp av elektrisk konduktivitet. Samma sensorenhet kan användas för montage i dagvattenbrunn eller annan redan befintlig infrastruktur där avrinningsvatten passerar. Denna sensor har det mest rimliga priset av de sensorer för konduktivitetmätning som vi hittat på marknaden. Det som försvårar användandet av denna sensor är att den ska borrar ner i asfalten och därmed kommer att försvinna när man asfalterar om. Detta kan avhjälpas genom att man istället monterar den i en brunn, där ytvatten från vägen rinner ner.

Det finns även billigare sensorer för att bara mäta vägtemperatur, lufttemperatur och luftfuktighet. Dessa tillverkas till exempel av [Sensorbee](#). Deras sensorer monteras på en stolpe och med en kabel ner till vägtemperatursensorn. Det som försvårar användandet av denna sensor är att eftersom vägrenen oftast röjs under sommarhalvåret krävs en mer kostsam installation med grävning och skyddsror för kabeln till vägtemperatursensorn.

Applikationer

Det har varit svårt att få klarhet i hur väl marknadens befintliga sensorer presterar. För att utforma mätmetod för en säkrare och mer kostnadseffektiv vinterväghållning bör kostnaden för etablering och underhåll av mätutrustning vara en central del. De metoder som utvärderas i rapporterna vi läst är samtliga beroende av montage i vägbanan och det krävs nyinstallation av sensorerna i samband med asfaltering.

Den mätutrustning som tagits fram i projektet är avsedd att monteras i befintlig infrastruktur som dagvattenbrunnar, vägren, Actibump et.c. Fokus har varit att använda enkla mätmetoder och undvika att placera mätutrustningen i vägbanan. Ett sätt är att integrera en StreetSense i ett Actibump, där det rinner ner vatten från vägytan. På det sättet undviker man installation i vägbanan och därmed utbyte som behöver ske när vägen asfalteras om. Det är också möjligt att installera StreetSense i dagvattenbrunnar, hängandes under gallret. Det kommer inte att ge samma exakthet på mätdata men det kan mycket väl vara tillräckligt exakt för många tillämpningar.

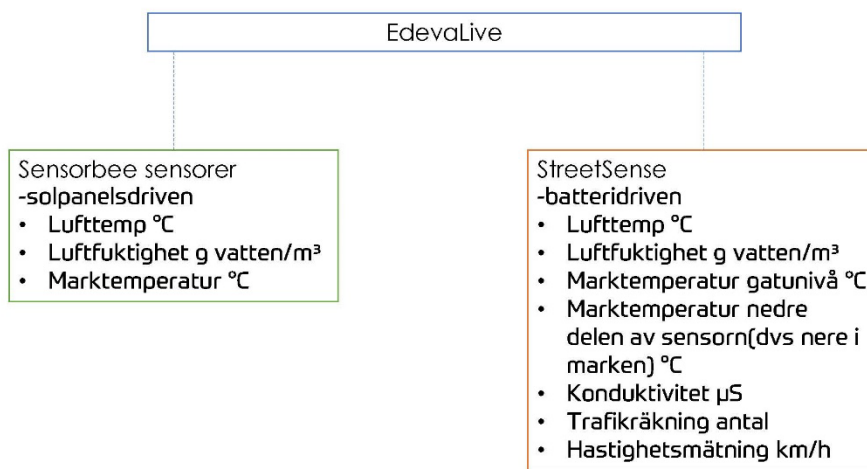
Det skulle också vara möjligt att montera StreetSense ovan mark, där slask och vattenstänk slår upp från vägbanan, om man hittar ett lämpligt ställe där detta sker. Man skulle också kunna placera denna utrustning på väggen i en tunnel så att slask skvätter på den och den kan mäta konduktiviteten i det som skvätter upp från vägen. StreetSense är batteridrivna och kräver därmed ingen fast ström. Om man väljer att placera StreetSense sensorerna i en brunn eller ett Actibump finns möjligheten att bara mäta under den del av året då det är relevant, att sätta dit dem i oktober och hämta hem dem i mars, till exempel. StreetSense har förmågan att mäta trafikflöde och medelhastighet också och om man vill utnyttja att sensorerna ger denna information motiverar det att behålla dem på plats året runt.

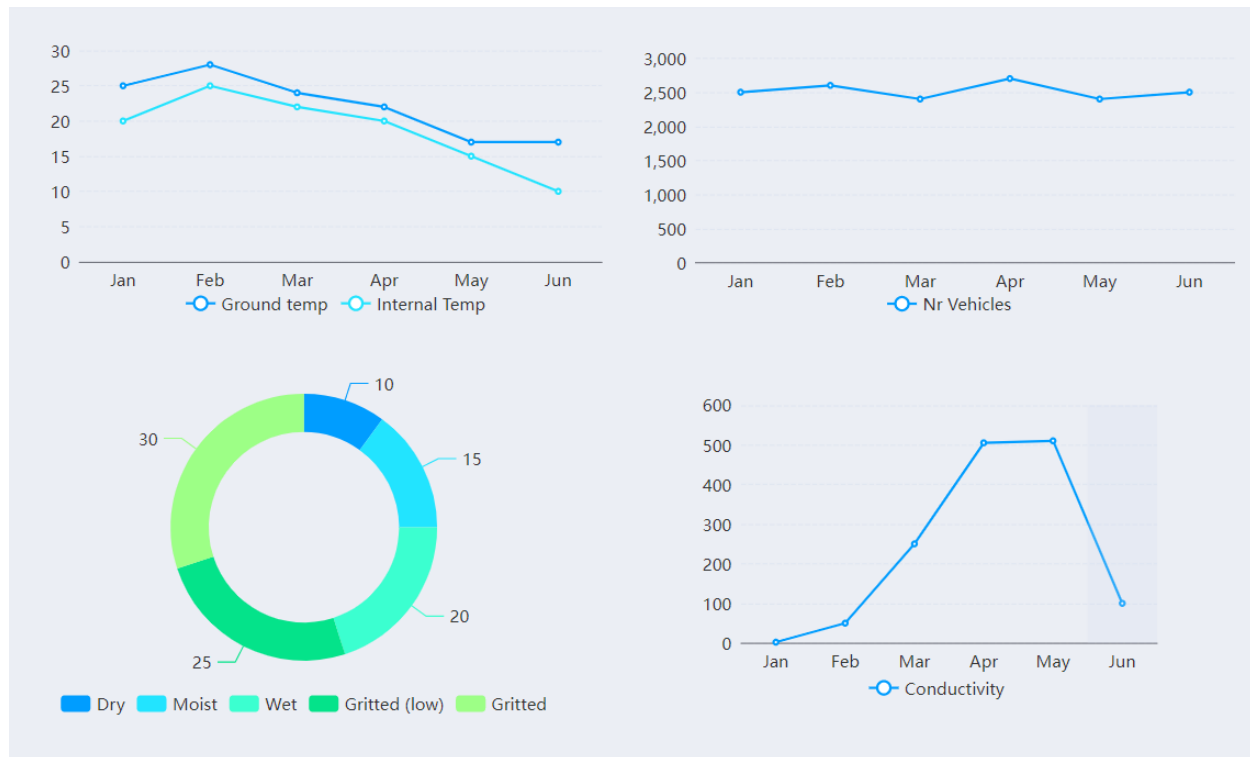
Ett mycket billigare sätt att få information om vägbansens tillstånd är att bara mäta vägtemperatur, lufttemperatur och luftfuktighet. Denna data kan sammanställas på ett sätt som visar när någon faktor, eller alla faktorerna, är på väg neråt och detta kan signalera när det är dags att salta. Dessa sensorer drivs av solpaneler och batteri och behöver därför inte heller någon fast ström.

En fördel med StreetSense-sensorerna är att de ger mervärden i form av trafikräkning och hastighetsmätning. En nackdel är priset. Det kostar 49 €/månad/plats att köpa mätningen som tjänst. Projektet har fokuserat på mätsensorerna från Sensorbee och StreetSense och utvecklat en prototyp utifrån dessa.

Resultatredovising

Vi har utvecklat en prototyplösning för att mäta restsalter/konduktivitet, luft- och vägtemperatur och luftfuktighet och visualisera dessa resultat i mjukvaruplattformen EdevaLive, se bild av interface nedan.





Prototypen består av en kombination av mätmetoder för att möjliggöra ett urval av mätningar och prisnivåer för respektive plats. De enklare mätningarna utan avancerade marksensorer är lägsta nivån och ger därmed lägsta pris. Därefter går det att lägga på funktionalitet som vind- och nederbördsräknare och man kan också mäta snödjup. Nästa nivå är att installera marksensornerna som mäter konduktivitet och marktemperatur i två nivåer och som dessutom räknar fordon. Vill man sen göra systemet än mer avancerat kan man installera en kamera som kan visa ögonblicksbilder av vägytan så att man till exempel kan se om det är snödrev. Ju mer utrustning som kopplas på desto mer ström krävs och i något läge kommer solpaneler inte att räcka utan fast ström att krävas. Det ökar kostnaden för projektet och görs lämpligen på ett litet antal särskilt utvalda platser.

De olika stegen:

Grundnivå: Lufttemperatur, luftfuktighet och marktemperatur

Tillägg nivå 2: Vindsensor, nederbördsräknare, snödjup

Tillägg nivå 3: Marksensorn med konduktivitet/salthaltsmätning, fordonsräkning, marktemperatur i två nivåer

Tillägg nivå 4: Kamerabilder

Slutsatser

Det är svårt att mäta salthalt på ett tillförlitligt och kostnadseffektivt sätt. Problemet är inte sensorerna och man skulle inte kunna optimera saltningen bättre för att det finns mer exakta sensorer. Problemet är att mätmiljön är komplicerad och att priset för hårdvara, mjukvara, service och underhåll blir högt när man vill ha mätning över hela vägbanan och man egentligen vill ha mätare på väldigt många platser. De sensorer som är riktigt bra är också mycket dyra och skulle endast kunna placeras

på ett fåtal platser. Därför ser vi det som mest relevant att använda flera men billigare sensorer med enklare installation. Vi tror också att en kommun inte har lika stort behov av exakthet som Trafikverket och därför inte behöver de allra mest avancerade sensorerna. Mätningarna kan då göras genom att mäta i befintliga vägbrunnar eller annan befintlig infrastruktur med sensorer som inte kräver ingrepp i vägbanan.

Framtida utveckling av prototypen är att lägga till annan indata som kan matas in i prototypsystemet. Det skulle kunna vara när senaste saltning utfördes med datum och saltmängd samt när man har planerat att salta igen. Man skulle också kunna ta in eventuella indata från relevant statlig mätstation. Ytterligare arbete med prototypen är att implementera att det kommer en rekommendation om behov av saltning enligt varianten grön, gul eller röd. En fortsatt studie skulle också kunna identifiera hur kommunkunderna vill ha interfacet så att det ger dem verklig nytta.

Resultatspridning

Denna rapport kommer att spridas genom Edeva ABs hemsida, nyhetsbrev och sociala medier.

Referenser

Vägbanesensorer

<https://www.vaisala.com/en/products/weather-environmental-sensors/road-sensor-drs511>

<https://www.metsense.com/products/detail/metsalt/>

<https://www.mobilitysensing.com/solutions/smart-gritting/>

<https://www.trackice.se/2021/08/20/temperatursensor>

<https://www.boschung.com/product/it-arctis>

<https://www.vaisala.com/en/products/ground-cast-sensor>

<https://www.vaisala.com/en/products/weather-environmental-sensors/remote-surface-state-sensor-dsc211>

Rapport

<http://vti.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1602307&dsid=-8447>