

Väglagsstyrd drift

Slutrapport för projektet Väglagsstyrd drift

Syfte: Mätning av väglag och saltkoncentration från stationer och driftfordon för direkt styrning av saltspridare samt input till VViS.

Tid: Maj 2011 till April 2012

Utförare: MetSense och Svevia i samarbete med bland annat: InfraLytic, KTH och Göteborgs Universitet.

Finansiering: SBUF och Trafikverket.



Förord

Projektet utfördes av ett antal företag och vetenskapliga institutioner i samarbete. Medverkande i projektet var:

- Svevia
- MetSense AB
- Infralytic GmbH
- KTH
- Göteborgs Universitet

Rapportförfattare

Johan Edblad – MetSense AB

Mats Riehm – KTH

Torbjörn Gustavsson – Göteborgs Universitet

Rapporten sammanställd

April 2012

Speciellt tack till:

Patrik Lidström, Svevia Stockholm

Lennart Westling, Svevia Göteborg

Alla på Svevia i Västerås

Abstract

The project aim was to test and evaluate sensors to support more efficient applications of road salt which takes account to the different road conditions along the road. The sensors can either be mounted on maintenance vehicles or road weather stations. The measurements, if proven correct, can be used both to directly control the salt spreader and to communicate information about the road surface condition to a central road weather information system and thereafter be used for forecasts and planning of new maintenance actions. This might result in a more efficient winter road maintenance with both economical and environmental benefits.

Three sensors were initially planned for testing. These are fluorescent measurement of an added tracer in the road salt, freezing point temperature measurements with a sensor called BIRDS, and measurement of the thickness of road surface water. The fluorescent technique could not be tested. The other two sensors were tested in an area west of Stockholm, Sweden, and at a test site in Denmark. The results showed the technique for freezing point measurements need some further development. Thanks to results from the project, there are already clear plans for a new and improved version of the freezing point system. The technique for measurement of road surface water depth was very promising and it should be further investigated how the technique should be implemented in the future.

The project were financed by the Swedish Transport Administration and The Development Fund of the Swedish Construction Industry (SBUF).

Sammanfattning

Projektet väglagsstyrd drift (tidigare ”Väglagsstyrd saltspridning”) syftar till att testa och utvärdera sensorer för att bättre anpassa saltspridning till rådande väglag. Sensorerna kan monteras på driftfordon eller vid vägväderstationer. Mätningarna är tänkta kunna användas till att direkt anpassa saltspridning samt att kommuniceras in till VViS (vägväderinformationssystem) för att ligga till grund för prognoser samt fylla de informationsluckor som finns på vägsträckor mellan VViS-stationer. Detta skulle kunna leda till effektivare vinterdrift med ekonomiska och miljömässiga vinster.

Tre tekniker ansågs vara av intresse att testa. Dessa var användning och mätning av fluorescerande ämnen i vägsaltet, fryspunktsmätning med en teknik kallad BIRDS och slutligen mätning av mängd vatten på vägen från ett driftfordon. Den fluorescerande tekniken kunde inte testas. De andra två teknikerna testades i mälardalen samt vid en testplats i Danmark. Resultaten visade sig att tekniken för fryspunktsmätning i befintlig utformning har svagheter som behöver åtgärdas innan implementering. Tack vare resultaten från projektet finns redan nu konkreta planer och förslag för en ny förbättrad utformning av fryspunktsmätaren. Tekniken för mätning av mängd fukt på vägbanan fungerade bra och förutsättningarna för att implementera tekniken för att styra saltspridningen är lovande.

Projektet finansierades av Trafikverket och SBUF. För genomförandet stod MetSense och Svevia i samarbete med bland annat Infralytic, KTH och Göteborgs Universitet.

Referensgruppen bestod av:

Niclas Odermatt, Skanska

Tobias Pettersson, NCC

Hawzheen Karim, Svevia

Patrik Lidström, Svevia

Pontus Gruhs, Trafikverket

Jan Ölander, Trafikverket

Mats Riehm, KTH

Torbjörn Gustavsson – Göteborgs Universitet

Innehållsförteckning

1	Bakgrund / Inledning.....	1
1.1	Vinterdrift	1
1.2	Syfte / Mål med detta projekt.....	3
1.3	Tillgänglig och ny teknik.....	4
1.4	Teknik testad inom detta projekt.....	5
1.5	Tidigare erfarenheter och tester med de tre teknikslagen.....	6
2	Genomförande.....	8
2.1	Tidsplan.....	8
2.2	Teknikslag – detaljerad beskrivning.....	8
2.3	Val av geografiska platser för mätning.....	10
2.4	Installation.....	14
2.5	Insamlande av data.....	15
2.6	Referenstester.....	15
2.7	Videoupptagning från saltrunda med installerad vattenfilmsensor.....	16
2.8	Workshop som del i projektarbetet.....	17
3	Resultat.....	18
3.1	Fluorescerande spårämnen, AMANOVA.....	18
3.2	BIRDS - fryspunktsmätningar.....	18
3.3	Infralytic.....	22
4	Diskussion och slutsatser.....	24
5	Förslag på vidare arbete.....	26
5.1	Fordonsbaserad väglagsmätning.....	26
5.2	Stationsbaserad fryspunktsmätning - BIRDS.....	26
5.3	Beslutsstödssystem.....	26
6	Referenser	27

1 Bakgrund / Inledning

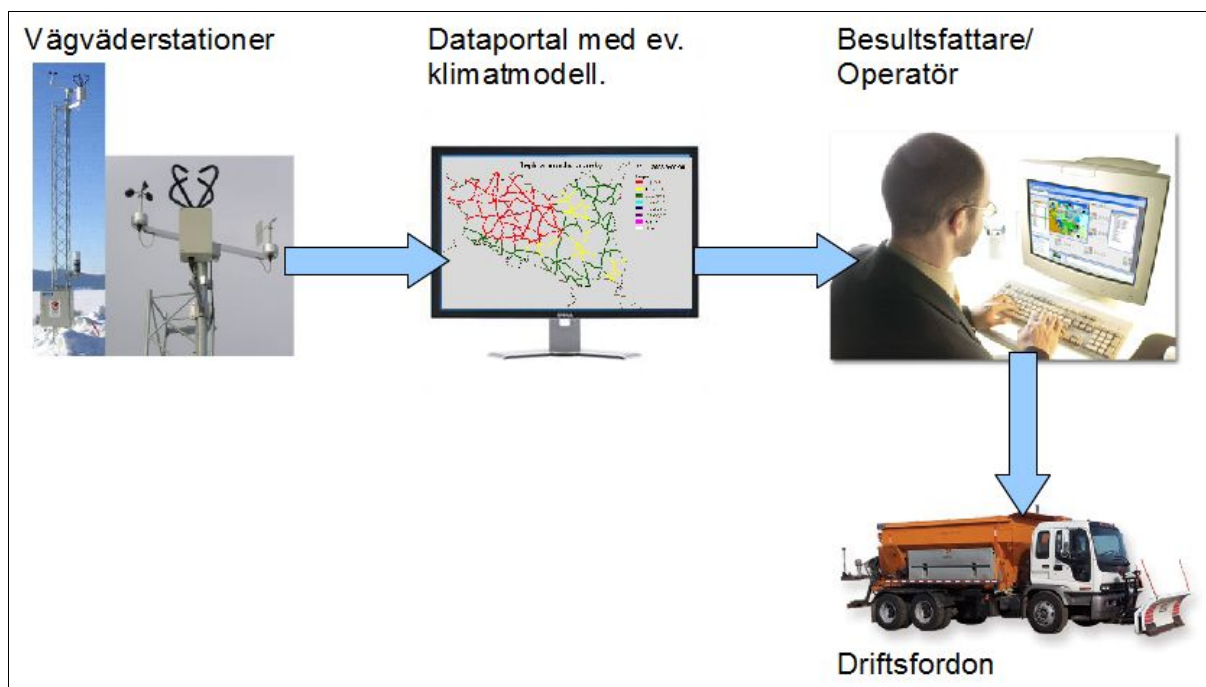
Salt sprids på vägarna för att undvika ishalka, frost och underlätta snöplogning. Saltet sprids ofta med samma koncentration längs längre vägsträckor utan att anpassas till att väglaget och risken för halka varierar längs vägsträckan. Sektioner av vägen som är kallare och/eller våtare kräver ofta mer salt än sträckor som är varmare och torrare. Dessutom kan vissa sträckor kräva mindre salt därför att restsalt ligger kvar på vägen. För chauffören av saltbilen är det omöjligt att anpassa saltspridningen till de många faktorer som påverkar behovet av salt. Det är svårt att observera det exakta väglaget under körning och det eventuella restsaltet är osynligt för ögat. För att förenkla saltspridningen används därför ofta en saltmall där ett värde anges beroende på olika faktorer och som sedan används för en hel vägsträcka. Då kostnaden för spridning av vägsalt är hög, samtidigt som de negativa miljöeffekterna är stora finns det anledning att sträva efter att minska onödiga saltåtgärder och för höga koncentrationer. Samtidigt finns alltid risken att för lite salt används på sektioner av vägen som är kallare och/eller fuktigare och där finns det anledning att sprida mer salt för att säkra ett bra väglag. Genom att anpassa saltspridningen efter rådande väglag och mängd restsalt på vägen kan effektiviteten i vinterdriften öka samtidigt som trafiksäkerheten förbättras. Syftet med detta projekt är att testa och utvärdera tekniker som ska kunna göra detta möjligt.

1.1 Vinterdrift

Driften av vägarna handlar om den dagliga skötseln av vägarna, det arbete som är nödvändigt för att vägen ska anses som säker att använda. Det kan vara allt ifrån städning av rastplatser till röjning av vägdiken, lagning av hål i asfalten och saltning av vägar. Vintertid spelar även vädret en viktig roll i den dagliga driften eftersom snö och halka kan skapa mycket svåra vägförhållanden. Därför finns en särskild del inom driften som kallas vinterdrift och som fokuserar på de åtgärder som krävs för att vägen ska uppnå en särskild standard även vintertid, exempel på sådana vinterdriftsåtgärder är plogning, saltning och sandning.

1.1.1 Planering av vinterdriftsåtgärd

Beslutsunderlaget för vinterdriften i Sverige idag består i huvudsak av två delar; vägväderstationer och en portal där data från dessa stationer samlas och presenteras. Ute i Europa och till viss del även i Sverige används också klimatmodeller för att skapa prognoser utifrån uppmätt vägväderdata. Figur 1 ger en schematisk översikt hur informationsflödet från mätstation till driftsfordon kan se ut.

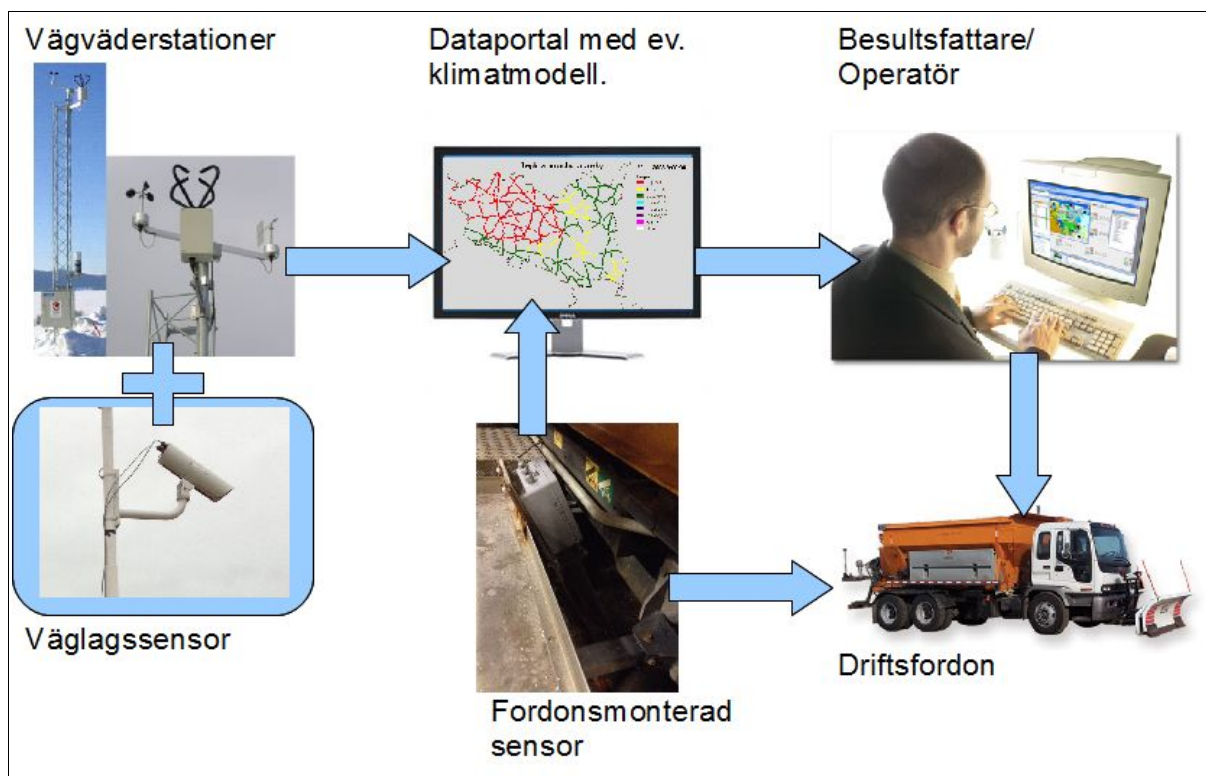


Figur 1: Informationsflöde vid traditionell vinterdrift.

Vägväderstationerna består typiskt av sensorer som mäter meteorologiska storheter såsom nederbörd, lufttemperatur, vind samt luftfuktighet. Vidare är stationerna utrustade med vägtemperatursensorer och annan vägspecifik mätutrustning. Informationen vandrar sedan relativt linjärt och enkelriktat från mätstation ut till driftsfordon.

1.1.2 Exempel på väglagsstyrd drift

Väglagsstyrd drift i den bemärkelse som avses för detta projektarbete skiljer sig från traditionell vinterdrift på så sätt att aktuella mätningar av väglag också ligger till grund för beslut om åtgärder. Exempel på hur detta kan se ut visas i Figur 2.



Figur 2: Informationsflöde vid väglagsstyrd vinterdrift.

I exempelfiguren ovan ger en fordonsbaserad sensor information om aktuellt väglag som skickas till en klimatmodell för statistik och planering av kommande åtgärder. Informationen från fordonsensorn används också direkt för att styra den pågående åtgärden baserat på uppmätt väglag. Informationen om väglag kan också komma från en stationsmonterad väglagssensor som erbjuder information om väglag som traditionella mätstationer inte kan.

Detta projekt grundar sig i sökandet efter tekniker som ger denna väglagsinformation, både fordonsmonterade och stationsbaserade sensorer.

1.2 Syfte / Mål med detta projekt

Projektmålen kan beskrivas i huvudsak fyra punkter.

- **Testa ny teknik för mätning från station och fordon.** Detta är projektets huvudsakliga syfte och är medlet för att kunna uppnå de andra uppställda målen.
- **Effektivisera vinterväghållning.** Ett övergripande mål som motiverar den här typen av projekt inom området.
- **Undersöka möjligheten att automatiskt anpassa saltgiva efter rådande väglag.** Specifikt en typ av sensor i detta projekt kan ge värdefull information till styrningen av saltspridaren. Förhoppningen är att mängden fukt i förlängningen direkt ska styra den mängd salt som läggs på vägen.
- **Öka "träffsäkerheten" i saltåtgärder.** Ett system som kan informera om fryspunkt (restsalt) kan ge direkt feedback om en saltåtgärd varit korrekt, både vad gäller tidpunkt om omfattning. Ett sådant system testas i projektet.

1.3 Tillgänglig och ny teknik

I dagsläget finns två huvudsakliga kategorier i vilka det går dela in den teknik och de sensorer som ligger till grund för beslut kring vinterdriften i Sverige; stationsbaserad teknik samt fordonsbaserad teknik. Traditionellt så har den stationsbaserade tekniken i princip stått för hela informationsflödet till beslutsfattarna, men på senare tid har fordonsbaserade sensorer fått allt större utrymme. I takt med att nya innovativa sensorer för installation på fordon dyker upp på marknaden så kommer mätningar från fordon snabbt öka och tekniken bli en viktig del i ett korrekt planerande av driftsåtgärder.

En grov bild av hur teknikläget ser ut i dag och hur det kan komma att se ut inom snar framtid är detta:

- Stationsbaserad teknik
 - **Meteorologi.** Klassiska meteorologiska storheter som temperatur, vind och nederbörd. Detta finns i dag mycket utbrett tack vare väderstationer. [1]
 - **Vägtemperatur.** Vid trafikverkets väderstationer i VviS-nätet finns även installerat sensorer för att mäta vägbanans temperatur.
 - **Ytstatus/Väglag.** Detta är en typ av sensor som börjat dyka upp på mätstationerna på senare år. Det finns kontaktlös IR-teknik och vägbaneinstallerad teknik för att försöka bedöma väglag vid aktuellt mätområde. Väglag rapporteras ofta som torr, blöt, isig eller snöig vägbanan men säger ingenting om restsalt eller andra kemikalier. Användningen av denna teknik bedöms växa kraftigt under kommande år då kunskapen hos utvecklarna ökar och som priserna på ingående komponenter minskar.
 - **Salt.** Kommersiella sensorer för att mäta restsalt eller fryspunkt på vägytan finns idag på några platser i Sverige. Ute i Europa är konduktivitetssensorer flitigt använda men som även framkommer i denna rapport så är mätvärden från dessa befintliga sensorerna av tveksam kvalitet. Ny innovativ teknik är under utveckling för att lösa frågan om restsaltmätning på ett stabilare sätt än befintlig teknik.
- Fordonsbaserad teknik
 - **Vägtemperatur.** Sensorer för att kontaktfritt mäta vägtemperatur från fordon finns idag kommersiellt tillgängligt och används på vissa håll från saltbil för att aktivt styra saltspridning under rutt.
 - **Ytstatus.** Prototyper och tidiga kommersiella sensorer för att mäta ytstatus från rullande fordon har väldigt nyligen börjat dyka upp. I takt med att kunskapen och tekniken för att mäta ytstatus stationärt ökar så kommer detta spilla av sig på den fordonsbaserade tekniken och det är inte osannolikt att detta område kommer vara stort inom några år.
 - **Personbilmätningar, SRIS.** System där ett fordon befintliga sensorer används för att samla in information om vägens status och väderförhållande finns utvecklade. [2]

Ett mycket sannolikt framtidsscenario är att de fordonsbaserade teknikerna och sensorerna blir ett oundgängligt komplement till de stationsbaserade sensorerna. Att på längre sikt helt ersätta den stationsbaserade tekniken med mätningar från fordon är ett paradigmskifte som dock inte är sannolikt.

Med de olika teknikerna kommer också ett ansvar för implementation, drift och underhåll samt ett ansvar att ta hand om informationen på korrekt sätt. Vilken instans som ska ha ansvaret för de respektive delar har tidigare varit förhållandevis tydligt. Trafikverket har tillhandahållit en infrastruktur i form av mätstationer som i sin tur levererat data till entreprenören och dennes

beslutsstöd. I takt med att fordonsbaserad teknik börjar spela en allt större roll för korrekt beslutsfattning inom vinterdriften så blir denna ansvarsuppdelning mer komplicerad.

Vems ansvar är det att hålla i den fasta informationsinfrastrukturen? Vem ser till att nödvändig mätdata samlas på in från fordon? Vem har ansvar för att fordonsbaserade mätningar återförs till den fasta infrastrukturen?

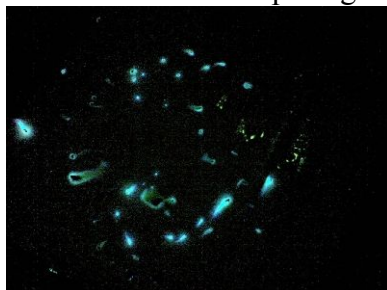
Denna typ av frågor kring ansvarsuppdelning var centrala i detta projektarbete och diskussionen under workshopen kom att till stor del kretsa kring detta.

1.4 Teknik testad inom detta projekt

Framförallt tre tekniker planerades för test inom ramen för detta projekt. Två fordonsbaserade samt ett stationsbaserat. Dessa tre teknikerna presenteras här.

1.4.1 Saltmätning från driftsfordon m.h.a. fluorescerande spårämnen (AMANOVA)

Tanken med denna teknik är att det salt prepareras med ett fluorescerande ämne som följer saltet. En specialutvecklad detektor som mäter det fluorescerande ämnet sitter på driftfordonet. Saltgiva kan därefter anpassas efter uppskattad mängd salt på vägen. Figur 3 visar hur bilden från detektorn kan se ut. De ljusa partierna är fluorescerande ämne på väg och där återfinns således också saltet.



Figur 3: Fluorescerande ämne syns i en detektor och markerar vad salt finns.

1.4.2 Väglagsmätning från driftfordon (Infralytic GmbH)

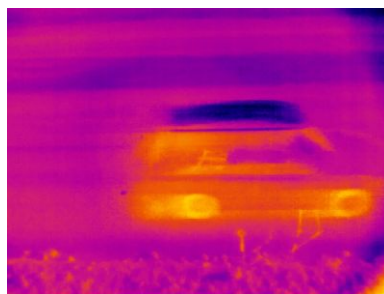
Denna teknik består av en mätare som sitter monterad på ett fordon, tex. saltspridare riktad ner mot vägbanan. Mätaren levererar sedan kontinuerligt tjocklek av vattenfilmen på den aktuella mätytan m.h.a IR-ljus som sänds ut från sensorn, reflekteras mot vägbanan och sedan detekteras igen inne i sensorn. Saltgiva kan anpassas automatiskt utifrån denna information och information om väglag kan rapporteras till VViS. Figur 4 visar sensorn installerad på en saltbil.



Figur 4: Installation av vattenfilmsmätare från Infralytic GmbH på saltbil.

1.4.3 Saltmätning från station (BIRDS)

Den tredje och sista planerade tekniken är en stationsbaserad teknik som mäter fryspunkten på den vätska som ligger på vägbanan. Mätningen sker genom att vätskan på vägen test-fryses m.h.a kylande element som installeras i vägbanan. När vätskan fryser så detekteras tillfrysningen av en IR-kamera som sitter monterad i en stolpe vid sidan av vägen. Figur 5 Visar hur bilden från IR-kameran ser ut. Under bilen syns några streck på vägen, detta är ledningarna till kylelementen. Eftersom trafik syns så tydligt i bilden så är en bieffekt av systemet en möjlighet till mätning av trafikintensitet.



Figur 5: Bild från IR-kameran i ett BIRDS-system.

1.5 Tidigare erfarenheter och tester med de tre teknikslagen

1.5.1 Fluorescerande spårämnen från AMANOVA

Denna teknik är utvecklad av forskare i Slovenien och vad rapportförfattarna känner till är den inte testat storskaligt i verklig drift. Laboratorieförsök har visat stor potential men referenser till en större utvärdering saknas.

1.5.2 Infralytics sensor i Tyskland

I Tyskland så har installationer på saltbilar gjorts tidigare vintrar för att säkerställa sensorernas mekaniska uthållighet i den ogästvänliga miljön bak på en saltbil. Tekniken inuti sensorn har utvecklats vidare sedan dess så i det befintliga utförandet har sensorn aldrig genomgått ett test av den karaktär som planeras i detta projekt. D.v.s.. installation över större delen av en säsong och aktivt insamlande av data i forskningssyfte.

1.5.3 BIRDS

Systemet BIRDS har testats i mindre skala med installation på en plats vid Säve flygplats i Göteborg under vintern 2010/2011. Denna installation gjordes på trafikerad väg med ordinarie vinterdrift men de huvudsakliga testerna var riktade och preparerade insatser. Detta projektet markerar den första fullskaliga installationen av BIRDS-system där de får ”klara sig själva” i brist på ett bättre uttryck. D.v.s. systemet står och mäter och får ingen annan tillsyn än tekniskt underhåll.

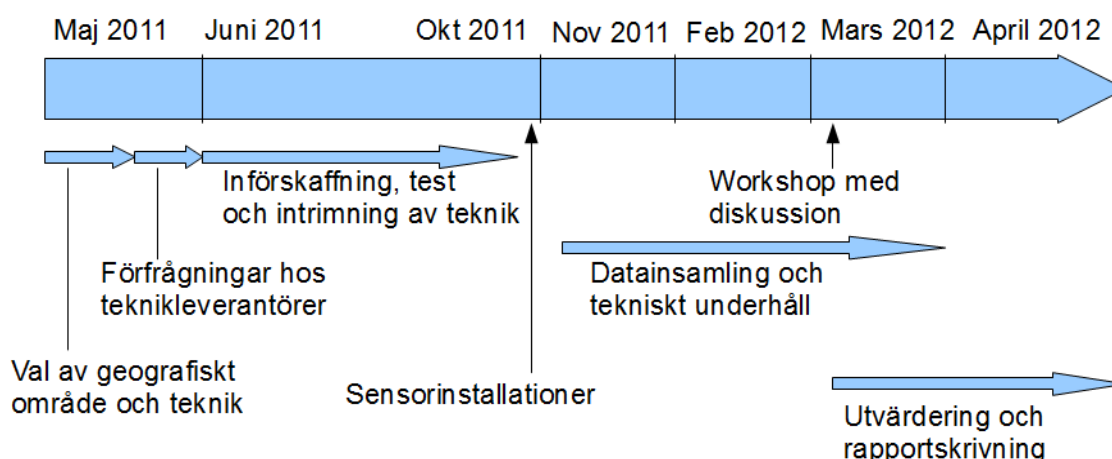
2 Genomförande

2.1 Tidsplan

Projektet utfördes under perioden Maj 2011 – April 2012. De aktiviteter som utförs inom projektet är:

- Val av geografiska platser för installationer.
- Förfrågningar till teknikleverantörer av tilltänkta tekniker.
- Införskaffande av material samt test och intrimning av tekniken
- Installation av sensorerna, stationsbaserade och fordonsbaserade.
- Kontinuerlig datainsamling och tekniskt underhåll av mätutrustning
- Workshop med diskussion för att diskutera resultat och ge input till slutsatserna
- Utvärdering av mätdata och rapportskrivning

Figur 6 visar en översikt över projektaktiviteterna och tidpunkter för dessa.



Figur 6: Tidsöversikt för projektet

2.2 Teknikslag – detaljerad beskrivning

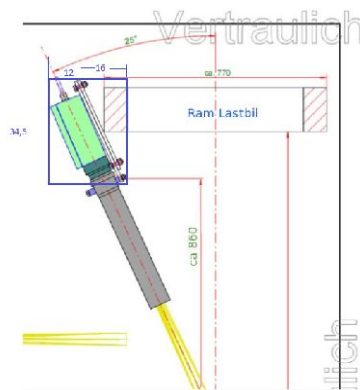
2.2.1 Fluorescerande ämnen, AMANOVA

Tekniken med fluorescerande tillsatser till saltet innebär att biologiska icke-miljöfarliga spårämnen tillsätts saltet innan spridning. Spårämnet blandar sig i saltlösning som sprids och klingar av från vägen i samma takt som saltmolekylerna.

Väl på vägbanan belyses saltblandningen med spårämnet med ljus och den emitterade strålningen från det fluorescerande ämnet kan detekteras i en speciell kamera/detektor och ger bilder som i Figur 3.

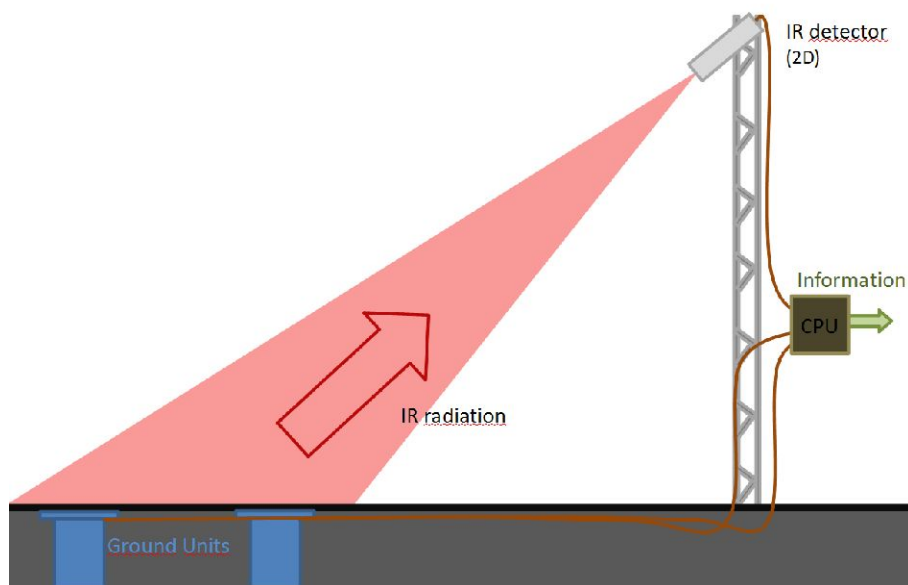
2.2.2 Vattendjupssensor Infralytic

Väglagssensorn eller mer korrekt: ”vattenfilmsensorn” från Infralytic kan mäta mängden fukt på en yta genom spektrometri. Sensorn sänder ut IR-ljus vid olika våglängder mot vägbanan. Ljuset reflekteras mot vägbanan och återvänder in i sensorn där den detekteras. De olika våglängderna som sänds ut absorberas olika mycket av vattenmolekylerna på vägen innan de återvänder till sensorn. Beroende på hur mycket vatten som ljuset passerar genom så blir de återvändande detekterade våglängderna olika kraftiga i intensitet och genom att jämföra dessa intensiteter går det räkna ut hur många mikrometer vatten som ljuset passerat genom. Det finns funktionalitet för att även skilja flytande vatten från snö och is, men i den version av sensorn som användes i detta projekt är det enbart mätningen av vattenfilmens tjocklek som är aktiv.



Figur 7: Principskiss från sidan av vattenfilmsensorns installation på en lastbilsram.

2.2.3 BIRDS



Figur 8: De huvudsakliga delarna i en BIRDS-installation.

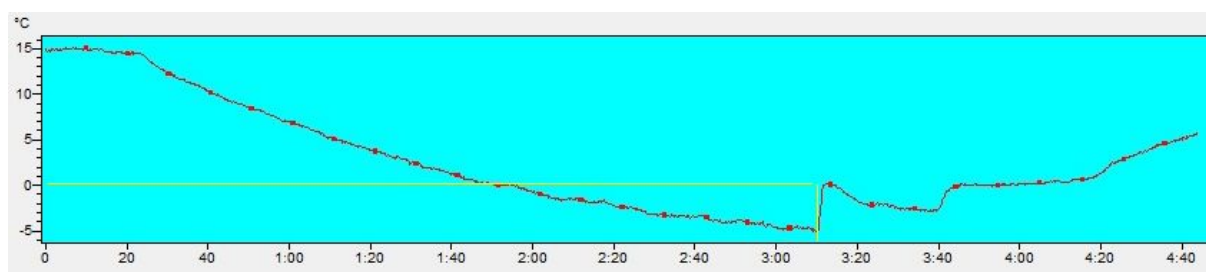
BIRDS är ett arbetsnamn på en teknik som utskrivet betyder Black-ice InfraRed Detection System och är utvecklat av forskare vid KTH samt MetSense AB. Som tidigare nämnt bygger tekniken på två huvudsakliga delar. Kylelement som installeras i vägbanan och en IR-kamera som installeras i en stolpe vid sidan om vägen om som detekterar hela vägytan där kylelementen är installerade.

Figur 8 Visar en principskiss över en BIRDS-installation. I bilden avbildas två stycken kylelement, men beroende på situation kan det variera från mellan 2 till 4 installerade element.

Vägtemperaturgivare av typen PT100 finns också alltid installerade i närheten av kylarenheterna för att ge en referens på vägens temperatur.

Kylelementen kan på några minuter kyla en del av vägbanan ca 20 grader för att en tillfrysning ska kunna ske på en lite fläck. Är vägbanan redan frusen så kan kylelementen vändas och istället värma vägbanan för att tina isen och sedan kunna frysa den igen. Allt detta syftar till att åstadkomma en tillfrysning som kan detekteras av IR-kameran.

När vatten eller saltvatten fryser så stiger temperaturen till följd av energi som frigörs av molekylerna när vätskan övergår från flytande till fast form. Denna ökning i temperatur går att detektera och med hjälp av avancerad signalbehandling går det fastställa vid vilken temperatur som vätskan frös. Se Figur 9 för en plot över en faktiskt tillfrysning som registrerats med BIRDS-systemet. Vid tiden 3.10 sker en kraftig temperaturökning och det är precis när vätskan fryser. Temperaturen stiger till 0°C och det markerar att fryspunkten är just 0°C, D.v.s. det är rent vatten som fryser i detta fall. Om salt funnits i vattnet så hade temperaturen istället stannat vid en nivå under noll beroende på saltmängd.

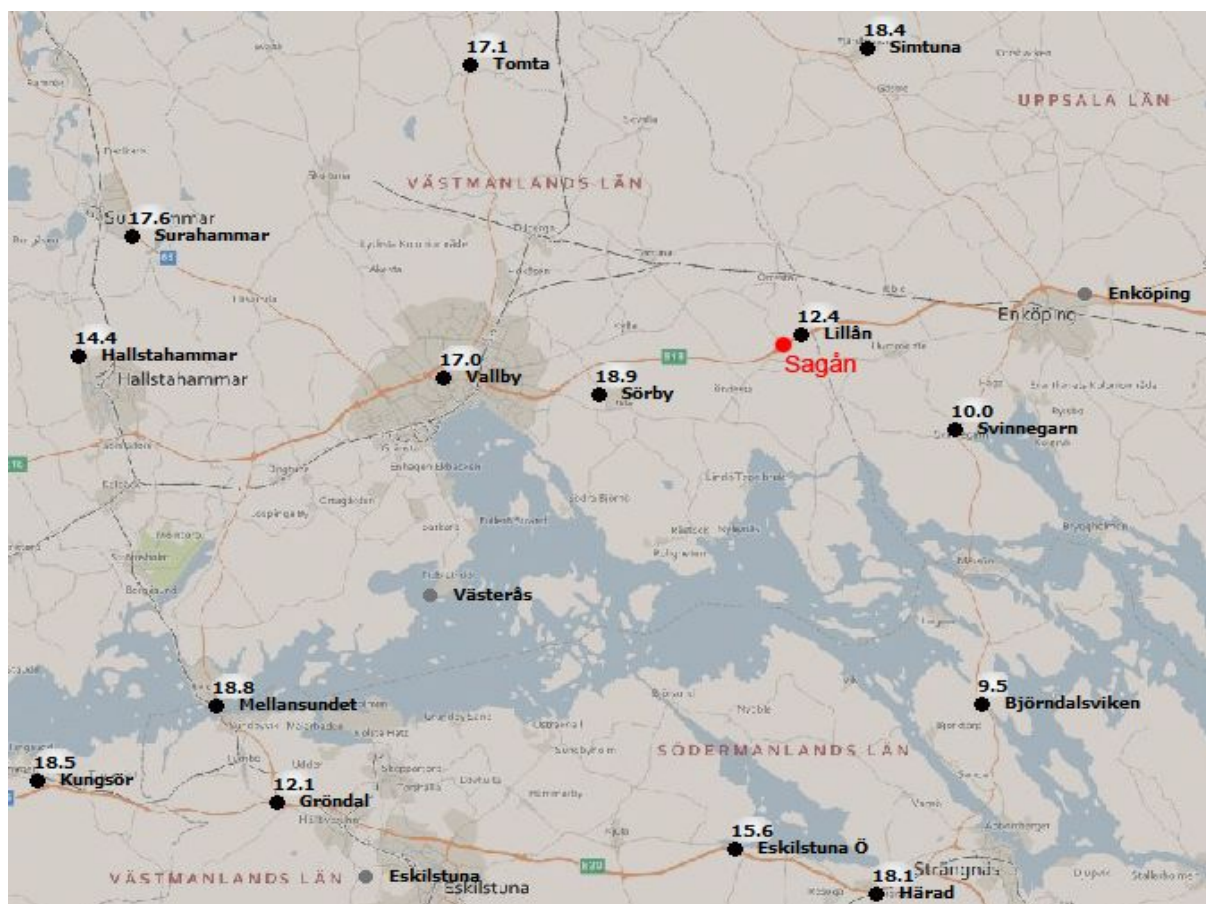


Figur 9: Testfrysning av vatten. De gula linjerna markerar tidpunkt och temperatur för tillfrysningen.

I vissa fall är det fördelaktigt att studera temperaturkurvan när vattnet tinar upp istället för fryser. När is tinar så syns en plåtå i temperaturkurvan på samma nivå som vid tillfrysningen som beskrivs ovan. Denna plåtå kallas ofta för ”knä” på grund av temperatursignalens karaktäristiska utseende. Senare i denna rapport kommer uttrycket ”knä” användas för att omnämna det fenomen som uppstår i en temperaturkurva när is tinar.

2.3 Val av geografiska platser för mätning

Mälardalen valdes som mätområde på grund av dess närhet till Stockholm och även Svevias driftsområdeskontor i Västerås. Vidare finns redan en installerad mätstation för forskningssyfte längs E18. Denna station kallas Sagån och ingår inte i det ordinarie VViS-nätet men är markerad i Figur 10. Mälardalen inventerades sedan för att hitta lämpliga mätstationer för detta projekt.



Figur 10: Vvis-stationer i mälardalen.

2.3.1 Generell områdesbeskrivning

Mälardalen karakteriseras av jordbrukslandskap, det är dock blandat med skogsområden speciellt i de kuperade områdena som varit mindre lämpliga för odling. Slätten från Enköping ned mot Mälaren är väldigt flack och låglänt. Över Mäläröarna (ex 4. Björndalsviken) finns flera höjdryggar. Sträckan Västerås Enköping innehåller både öppen låglänt terräng, skog samt högre terräng med tunnlar norr om Hummelsta. Norr om Hallstahammar ligger barrskogen tät. Enligt driftspersonal på Svevia är det en väldig skillnad på vädret söder om, över och norr om Mälaren under de perioder som sjön inte är istäckt.

2.3.2 Kriterier för tänkbara platser

Platser som kom i beaktande var stationer med god tillgång till parkeringsficka vid installations- och underhållsarbete. Stolpen där IR-kameran placeras får heller inte stå för långt från vägen för att underlätta installation. Platserna bör också täcka in olika typer av vägar och landskap.

2.3.3 Beskrivning av valda platser med motivering och karta

I detta stycke ges en lista över vilka stationer som valdes ut för installation av BIRDS tillsammans med en kort motivering.

Sagån

Stationen vid testplats Sagån ligger i ett öppet område längs motorväg E18. Platsen har god tillgång till parkering och faciliteter som värmestuga som är önskvärda vid utomhusarbete vintertid.



Figur 11: Testplats Sagån. Öppet landskap och motorväg.

Björndalsviken

Denna station ligger på en plats med skog på västra sidan där stationen står. Öppen mark finns på östra sidan och ett par hundra meter bort en vik av Mälaren. Som synes står stationen något högre än vägen och nära vilket ger en bra vinkel för kameror. Parkeringsfickan är rymlig.



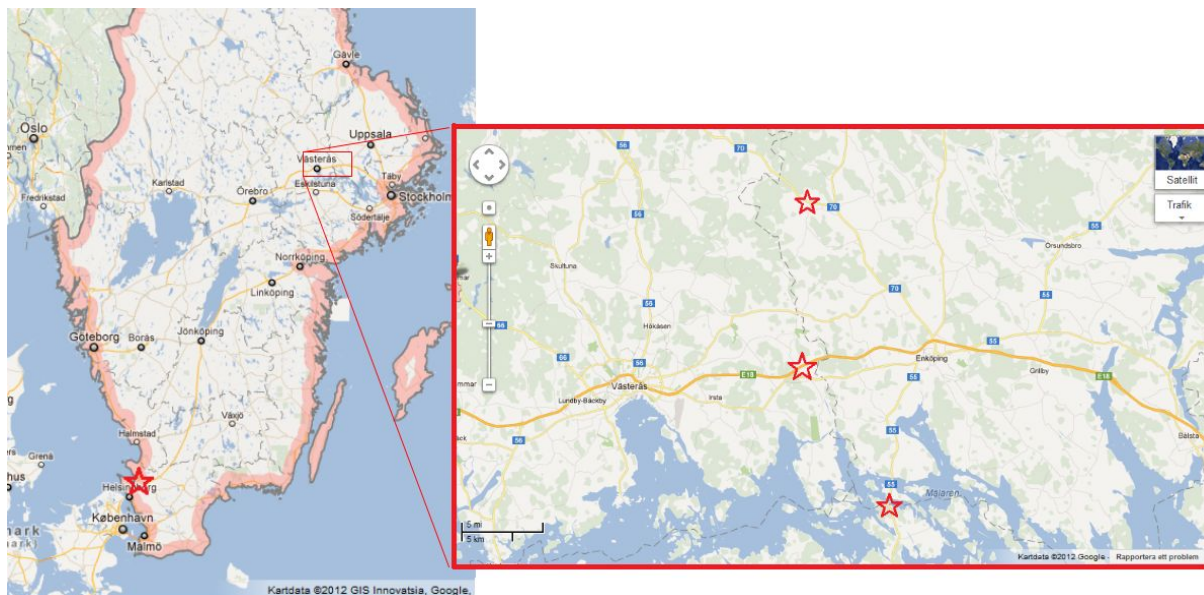
Figur 12: VVIS-station Björndalsviken.
Skogsområde och landsväg.

Simtuna

VViS-station Simtuna står i ett öppet landskap längs 70-väg. Stolpen står nära vägen och parkeringsfickan erbjuder tillräckligt med utrymme för arbetet.



Figur 13: VViS-station Simtuna. Öppen terräng och landsväg.



Figur 14: Översiktskarta över valda platser för installation av BIRDS-system. Tre ordinarie system installeras i Mälardalen och ett labb-system installeras på västkusten.

2.3.4 Labbuppställning

För att på ett kontrollerat sätt kunna detaljstudera fenomen som iaktogs ute vid mätstationerna så inrättades också en labbuppställning. Labbuppställningen bestod av en IR-kamera och tre kylarenheter precis som vid mätstationerna, men mätning skedde inom inhägnat kontrollerat område. Geografisk placering av labbuppställningen kan ses i Figur 14.

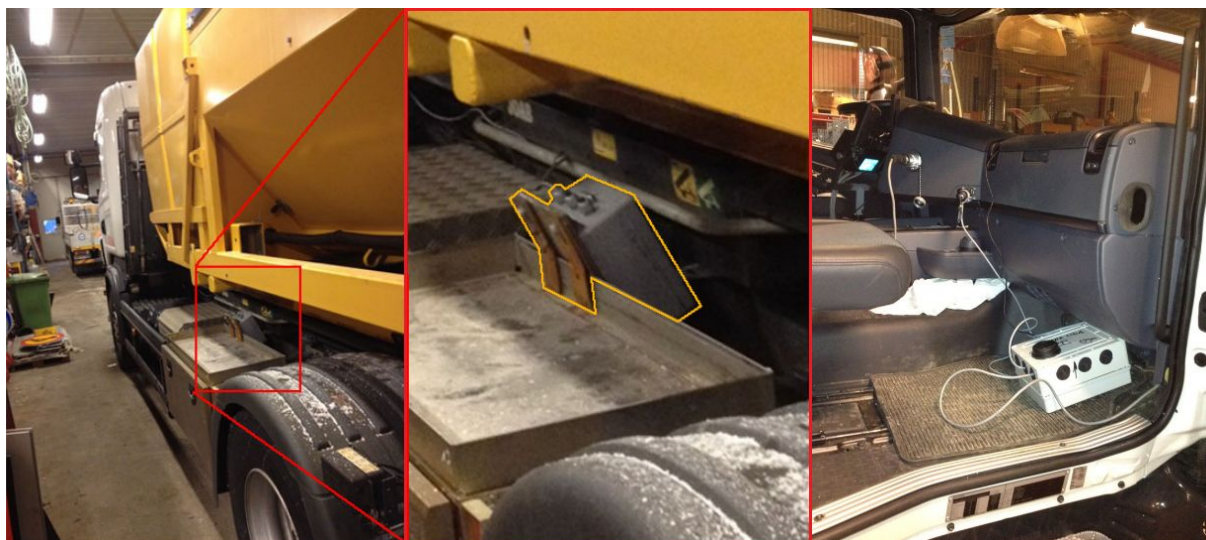
2.4 Installation

Stationerna och den fordonsbaserade sensorn installerades mellan den 6e och 9e December 2011. Installationen av fordonssensorn gjordes av MetSense med hjälp av Svevia i Västerås. Installationen av BIRDS-systemen gjordes av MetSense med hjälp från Lennart Westling från Svevia Västra Götaland samt personal som ombesörjde TMA-skydden.

2.4.1 Infralytic

På en saltbil hos Svevia i Västerås installerades den tyskutvecklande vattenfilmsensorn. Själva sensorn monterades bak på ramen under salttanken strax framför den främre hjulaxeln i boggin. Kablar för signalöverföring och strömmatning drogs fram och in i hytten där en apparatlåda placerades på passagerarplatsen.

Apparatlådan innehöll utrustning för att spara ner värden från sensorn tillsammans med klockslag och aktuell GPS-position. Data sändes sedan till en mottagare på kontoret i Göteborg via GPRS. I Figur 15 visas de olika delarna av installationen.



Figur 15: Vattendjupsensorn installerad på en saltbil. I vänstra bilden markeras var på bilen som sensorn sitter. Mittenbilden visar en förstoring av installationsplatsen och den högra bilden visar apparatlådan som tar mot signaler och sänder ut dem via GPRS.

2.4.2 BIRDS

Kylarenheterna till BIRDS-systemet installeras genom håltagning i vägbanan med en kärnborr. Enheterna placeras i hålet och fixeras med bitumen. Kablar fräses ner i vägbanan, täcks med bitumen och installeras i ett apparatskåp som monteras i stolpen.

IR-kameran monteras 4-8 meter ovan vägen och riktas in så att kameran mäter mitt över där kylelementen är installerade och ut över resten av körfältet.

Extra sensorer för vägyttemp av typen PT100 installeras också mellan kylelement och så att IR-kameran har dem i sitt synfält.



*Figur 16: Installation av ett BIRDS-system.
Nedre högra bilden visar det färdiga resultatet.*

2.5 Insamlande av data

Data från den fordonsbaserade sensorn samlades in via serieprotokoll RS232 till en Campbell CR800 datalogger. Detta data tidstämplades och positionsstämplades m.h.a. en Garmin GPS-mottagare som levererade data till Campbell-loggern. Dataloggern var utrustad med ett GPRS-modem och via programvaran LoggerNet kunde data laddas ner till MetSense kontor i Göteborg.

BIRDS-systemen levererade data från IR-kameran och från de markmonterade kylarenheterna. Denna data sparades på en industri-PC som var monterad i skåpet på stolpen. Denna PC var utrustad med 3G-modem och via remote-desktop programvara kunde data hämtas till MetSense kontor.

2.6 Referenstester

Parallellt med de ordinarie mätningarna utfördes också referenstester för att säkerställa sensorernas funktion och få en god uppfattning om noggrannheten i mätningarna. Eftersom inget av mätutrustningen bestod av kommersiella produkter så fanns inga säkra uppgifter om felmarginaler etc.

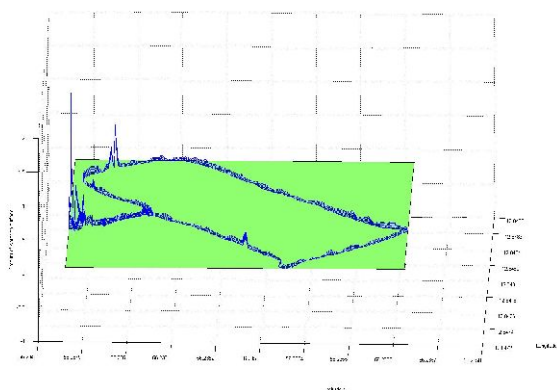
2.6.1 Vid labbuppställningen

Referenstester utfördes på systemen för att säkerställa systemens prestanda vid kontrollerade förhållanden. Personal från Infralytic preparerade en bit väg med en specialbyggd utrustning som applicerar en känd mängd vätska på en torr väg, som visas i Figur 17.

Sensorn monterades därefter på en vagn och kördes en sträcka för mäta och analysera tjocklek av vattenfilm på vägen när sensorn var i rörelse. Resultatet från en sådan körning visas i Figur 18.



Figur 17: Personal från Infraltic utför referenstester av deras mätare vid MetSense labbuppställning.



Figur 18: Vattendjup uppmätt över en sträcka mha Infralytics sensor.

2.6.2 Research Center Bygholm Horsens, Åhus Universitet

I Horsens i Danmark finns en testanläggning som lämpar sig väl för test av den aktuella typen av sensorer. Anläggning som sorterar under Åhus Universitet har namnet Research Center Bygholm.

Vid anläggningen finns specialbyggd asfalterad vägsträcka med tillgång till saltbil och trafik enligt önskad intensitet. Även nederbörd på väg kan simuleras m.h.a. vattentank.

En mängd andra sensorer finns installerade, bl.a. Vaisala DRS511 som är den ledande kommersiella fryspunktssensorn idag.

Ett BIRDS-system togs till Bygholm och installerades parallellt med bl.a Vaisalas fryspunktssensor. Sedan deltog BIRDS i flertalet tester där en saltblandning med känd fryspunkt spreds på vägbanan.



Figur 19: Flygbild över Research Center Bygholm i Horsens, Danmark.

2.7 Videoupptagning från saltrunda med installerad vattenfilmsensor

I samband med en saltrunda med bilen där vattenfilmsensorn satt monterad så skedde en videoupptagning från efterföljande personbil såsom visas i Figur 20 och Figur 21.

Videoupptagningen syftar till att göra en jämförelse mellan den visuella bedömningen av väglag och informationen från sensorn på bilen.



Figur 20: Videoupptagning i samband med saltspridning.



Figur 21: Videoupptagning i samband med saltspridning.

2.8 Workshop som del i projektarbetet

Som del i projektet hölls en workshop för att presentera resultaten och kring dessa hålla en diskussion om vad resultaten innebär och kan innebära för de inblandade parterna.

Diskussionen under workshopen ligger till grund för många av slutsatserna i denna rapport. Önskemål om fortsättningen från entreprenörer som kom fram under workshopen är också det som motiverar författarnas förslag till vidare arbete.

Workshop hölls den 15/3 hos Svevia i Stockholm, Solna.

3 Resultat

3.1 Fluorescerande spårämnen, AMANOVA

Vid tidpunkten för projektplanering så kontaktades teknikleverantören av detta system. Trots att tekniken fortfarande var under utveckling så var förhoppningen att när projektet nått implementerings- och installationsfasen skulle systemet vara redo för storskaligt test.

Tyvärr visade det sig i förfrågningsfasen av projektet att tekniken ännu inte var mogen att test av den typ som var önskvärt inom projektet, d.v.s. detektering av fluorescerande spårämnen från fordon. I stället fanns enbart en mindre handhållen enhet att tillgå där alla mätningar måste ske manuellt och stillastående. Detta bedömdes som en för stor brist för att tekniken skulle kunna utvärderas på ett rättvist sätt i detta projekt.

Denna typ av teknik bör dock bevakas och när den är redo så blir en utförlig utvärdering mycket intressant.

3.2 BIRDS - fryspunktmätningar

3.2.1 Verifikasjonstesterna

Som ovan nämnts så finns en forskningsanläggning i Horsens, Danmark. Vid detta Research Center Bygholm gjordes flera tester där sensorer av olika art, tekniker och från olika leverantörer utvärderades mot varandra.

Speciellt intressant för utvärderingen av BIRDS-systemet var tester där en asfalterad vägsträcka preparerades genom att en saltspridare spred saltlösning med känd fryspunktstemperatur. Saltlösningen fördelades jämt över vägen och jämt över olika typer fryspunktmätare som arbetar enligt olika principer.

I testerna användes en saltlösning med känd fryspunkt på -6°C . BIRDS-systemet registrerade en tillfrysning vid ca -6°C i form av en temperaturökning som beskrivs i ett tidigare kapitel. Mätvärdet var konsekvent under mätserien, dock noterades att i takt med att vägen torkade upp så avtog tydligheten i mätningarna och vid endast lätt fuktad väg erhöles enbart få mätvärden.

Andra fryspunktmätare från VAISALA som arbetar enligt konduktivitetsprincipen mätte varierande fryspunkt på den kända ” -6°C -lösningen”. Mätningarna var stundtals korrekta kring -6°C men inte sällan registrerades mätvärden av en fryspunkt ner mot -19°C . Detta kan förklaras genom att denna typ av konduktivitetssensor försöker räkna ut mängden salt på vägen genom att mäta vätskans elektriska ledningsförmåga. Denna typ av indirekta mätning av salthalt och fryspunkt ger stora risker till osäkerhet, i synnerhet när vägen är under upptorkning. Konduktivitetssensorer har i regel en mycket liten mätyta vilket ökar risken att mätresultaten ej ska vara representativa för vägen som helhet. Lokala variationer runt sensorn eller en upptorkning på själva mätytan gör det svårt eller omöjligt att mäta konduktivitet och därmed beräkna salthalt och fryspunkt.

Efter experimenten med salt på vägen så spolades vägen rent från salt med rikligt med rent vatten från en tankbil. Det som observerades från BIRDS-systemet var att fryspunkten omedelbart uppmättes till 0°C medan konduktivitetsmätarna fortsatt visade -6°C fryspunkt men som under loppet av en halvtimme steg mot nollan. Detta beror antagligen på en improgrammerad tröghet i systemet.

Resultaten från referenstesterna vid Bygholm kan sammanfattas på följande sätt.

- Vid jämförbara förhållanden mäter BIRDS-systemet fryspunkt noggrannare än den ledande kommersiella sensorn (Vaisala)

- BIRDS-systemet visade konsekvent en korrekt fryspunkt så länge mängden fukt på vägen var tillräcklig
- VAISALA-sensorn visade stundom korrekta värden och stundom felaktiga värden och vid några tillfällen en negativ fryspunkt på trots spolning med rent vatten.
- Förklaringen är de olika tekniker som systemen använder
- BIRDS test-fryser och mäter och ser när det verkligen fryser
 - Fördel: Mycket noggranna mätningar
 - Nackdel: Krav på fukt på vägen, Mycket trafik stör
- VAISALA försöker uppskatta mängd salt på vägen m.h.a elektrisk ledningsförmåga hos saltvatten.
 - Fördel: Levererar mätvärden oavsett mängd fukt på vägen
 - Nackdel: Mätvärden skiljer ofta från verkligheten

3.2.2 Resultat från installationer i Mälardalen

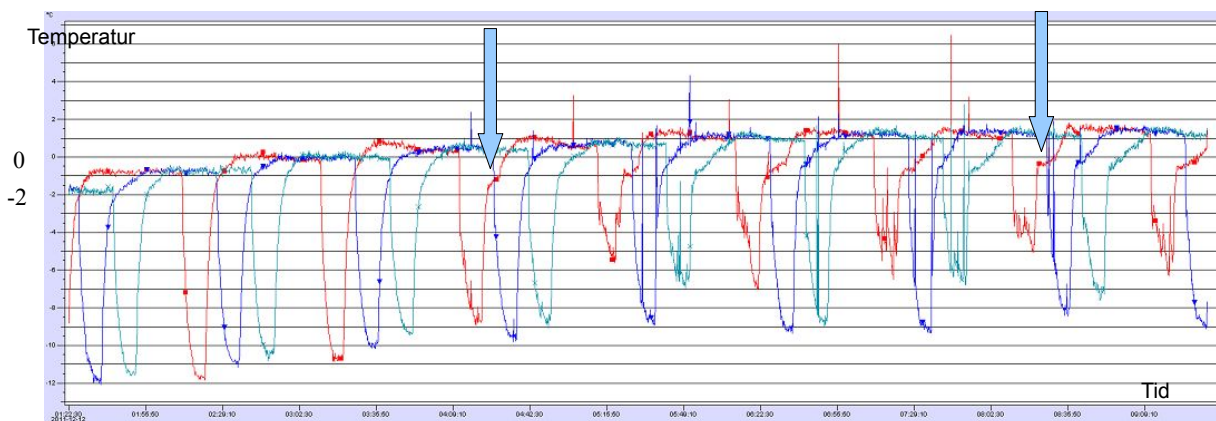
Data som samlats in från de tre stationerna vid väg i normal vinterdrift visar likvärdiga resultat mellan stationer. Resultaten överensstämmer med vad som kan observeras vid laboratorieförsök under kontrollerade förhållanden.

Hårdvaran fungerade bra så när som på tidvis bristande kommunikationslänkar i 3G-nätet. BIRDS fungerar väl hårdvarumässigt och stabiliteten i systemet är god för att ännu vara i ett utvecklingsstadium.

För att studera resultatet och värdet i den insamlade datan så har tidsserier med mätdata analyserats. Analysarbetet har gått till så att data från BIRDS har jämförts parallellt med data från VViS-systemet och information om saltåtgärder. Utifrån dessa tre parameterområden så kan resultaten från mätningarna med BIRDS värderas.

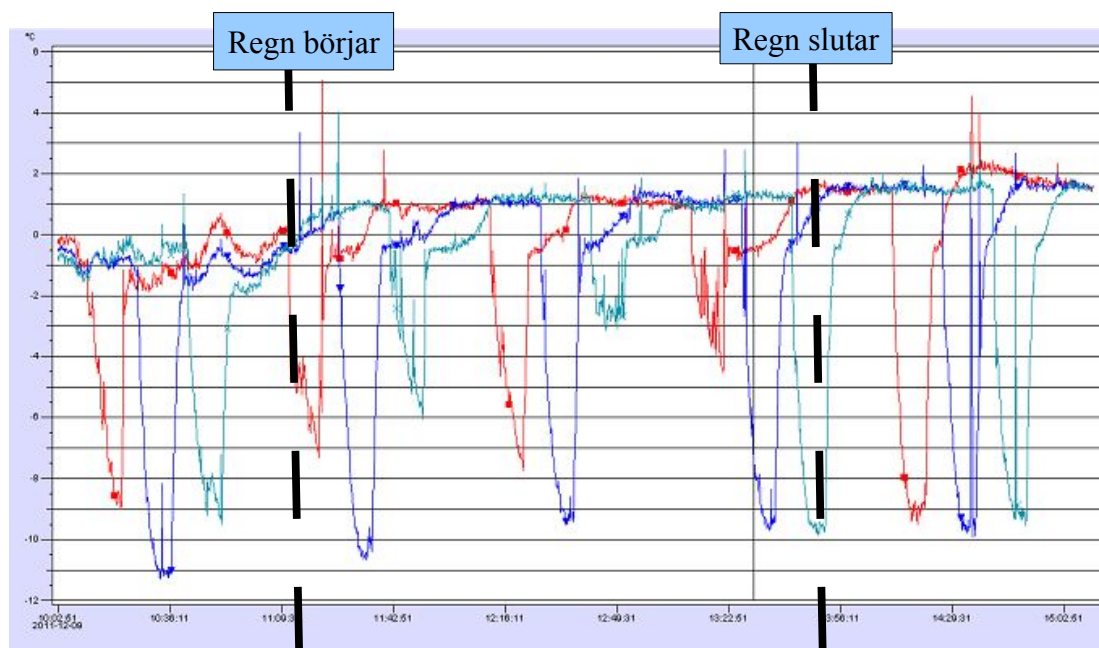
I Figur 22 visas ett karaktäristiskt exempel på mätdata från BIRDS-systemet. Mellan kl 01:30 och 09:30 den 12e december 2011 vid Simtuna mätstation så registrerar VViS-systemet en höjning av vägtemperatur från -0.7°C till $+0.7^{\circ}\text{C}$. Under samma period stiger lufttemperaturen från 1.4°C till 2.3°C . Ca kl 04:30 börjar det regna och det regnar till ca 09:00.

Det intressanta är nu att studera mätsignalerna från BIRDS-systemet som visas i Figur 22. Med början vid den vänstra pilen går det se ”knän” i signalerna. Detta ”knä” är ett fenomen som uppkommer när vätskan på vägbanan fryser eller tinar. Avläsning ger att fryspunkten vid pilen är ca -1.5°C . Studeras sedan dessa ”knän” medan regnet fortsätter så ses fryspunkten sakta stiga. Efter 5 timmars regnande är fryspunkten alldeles strax under 0°C vilket är full rimligt då saltet spolats bort av regnvattnet.



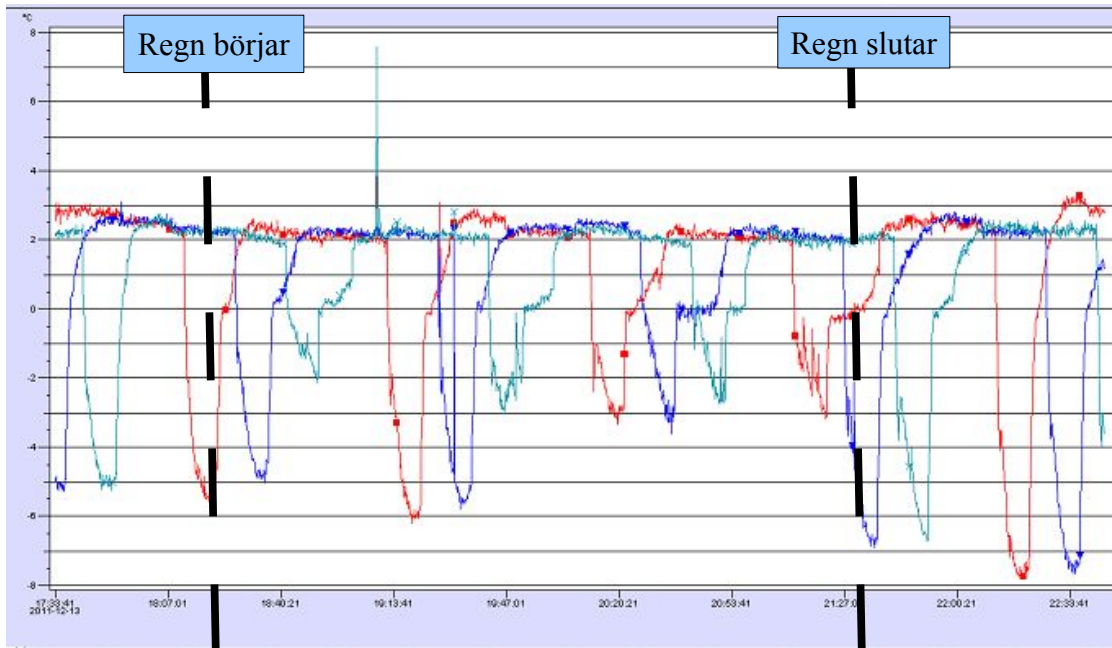
Figur 22: Mät signaler från BIRDS mellan ca 01:20 och 09:30 den 12/12-2011. De olika kurvorna motsvarar signaler från de tre olika kylarenheterna installerade i vägbanan. Under tiden mellan pilarna pågår ett regn. Vid vänstra pilen uppmäts fryspunkten till -1.5°C och vid högra pilen är fryspunkten precis under 0°C .

Ytterligare ett exempel på mätdata från BIRDS visas i Figur 23. På samma sätt som ovan så visas en period där det faller regn. Efter regnet börjar syns tydliga ”knän” i signaler som ger fryspunkten. Det mest intressanta med Figur 23 är dock vad som händer efter regnet upphör. Bara på en timme har de karaktäristiska ”knäna” nästan helt försvunnit. Små ”knän” indikerar att mängden fukt som fryser eller tinar är liten.



Figur 23: Mät signaler från BIRDS mellan ca 10:00 och 15:00 den 9/12-2011. De streckade linjerna indikerar var regnfall börjar och slutar. Under tiden som regnet pågår syns tydliga ”knän” i signalen som detekteras automatiskt och talar om fryspunkt.

Figur 24 visar ett väldigt liknande scenario som föregående exempel. När ett regnfall börjar så uppkommer ”knän” i signalen om talar om fryspunkt men relativt snabbt efter regnet slutat försvinner dessa ”knän” ut signalen.



Figur 24: Mät signaler från BIRDS mellan ca 17:30 och 22:30 den 13/12-2011.

All mätdata som samlades in från de tre BIRDS-installationerna analyserades på liknande sätt som i ovanstående exempel. Speciellt intressanta situationer såsom mätningar för, under och efter regn simulerades vid labbuppställningen för att fördjupa förståelsen.

Iakttagelserna från BIRDS-systemen visar att systemet i nuvarande utformning lider av vissa brister som gör att mätningarnas kvalitet är kraftigt beroende av yttre faktorer såsom nederbörd, trafikintensitet och fuktförhållanden på vägytan. Den största bristen är den som illustreras tydligt i ovanstående exempelfigurer; det måste finnas en ansevärd mängd fukt på vägen för att ett mätvärde på fryspunkt ska kunna fås.

Tidigare tester med systemet har såhär i efterhand visat sig vara för fokuserade och kontrollerade. Att replikera trovärdiga väglagssituationer är mer problematiskt om vad som antagits under utvecklingsarbetet med BIRDS. En salt-lösning visar sig frysa på ett annat sätt på vanlig väg jämfört med hur det fryser under kontrollerade tester.

De brister som identifierats i systemets nuvarande utformning har dock gett värdefull information och det finns planer på hur en förbättrad sensor kan skapas.

Resultatet från mätningarna med BIRDS i full skala och operationell drift kan sammanfattas i några punkter.

- Jämförelsetester visar att sensorer som verkligen test-fryser fukten på vägbana är överlägsna andra sensorer vad gäller noggrannhet i de flesta förhållanden.
- BIRDS-systemet fungerar bra vid fuktiga förhållanden och begränsad trafik.
- I samband med lätt till måttlig nederbörd och under nattetid är förhållandena optimala och BIRDS levererar pålitliga fryspunktsmätningar.
- Vid missgynnsamma mängder fukt och/eller hög trafikintensitet blir systemets tillgänglighet lidande p.g.a. svagheter i IR-teknik

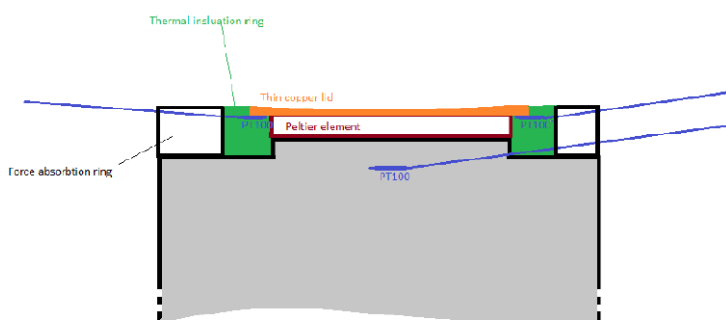
- Det finns långtgående planer på en variant av systemet där störningarna begränsas. Detta system är utan IR-teknik och detta medför kraftigt reducerad kostnad.

3.2.3 Förslag på lösning till identifierade problem – nästa version av BIRDS

För att komma runt problemet att det krävs mycket fukt på väg för att få mätvärden från BIRDS så planeras förändringar till systemet. Prototyper av den nya tekniken har tagits fram och testats i labb. Testerna visar att systemet kan göras betydligt mer robust och säkrare leverera mätvärden även om vägbanan är mindre fuktig. Eftersom en faktisk tillfrysning måste ske för detektion så finns fortfarande minsta krav på mängd fukt men detta är mer förlåtande än tidigare version. Prototyperna har inte varit tillräckligt mekaniskt hållfasta för att kunna installeras i väg så mindre verifikationstester i en verklig situation behövs innan systemet kan anses redo för fullskaliga tester.

Den största förändring som gjorts till systemet är att IR-kameran helt slopats. Kamerans funktion att mäta temperatur på kylelementet har tagits över av sensorer inbyggda i kylelementet. Eftersom IR-kameran utgjorde den större delen av kostnaden i det tidigare systemet så medför denna förändring att kostnaden för ett system sjunker drastiskt. En negativ bieffekt är att förmågan att mäta trafikintensitet med BIRDS går förlorad. Skulle en sådan funktionalitet visa sig nödvändig så går det lösa på sätt som ändå vida understiger kostnaden för en IR-kamera.

Den andra stora förändringen i systemet är att den markinstallerade kylarenheten gjorts mycket mer komplex. I tidigare versionen bestod kylarenheten enbart av ett kyl/värmeelement samt en värmebuffert för att snabbt lagra undan värme från vägytan. I den nya versionen finns ett antal temperaturgivare installerade och enheten är indelade i olika sektioner med olika värmelednings- och hållfasthetsförmåga.



Figur 25: Kylarenheten till den nya varianten av BIRDS-systemet. Enheten innehåller flera temperatursensorer av typen PT100 samt ett Peltierelement och olika sektioner för värmeledning och mekanisk hållfasthet.

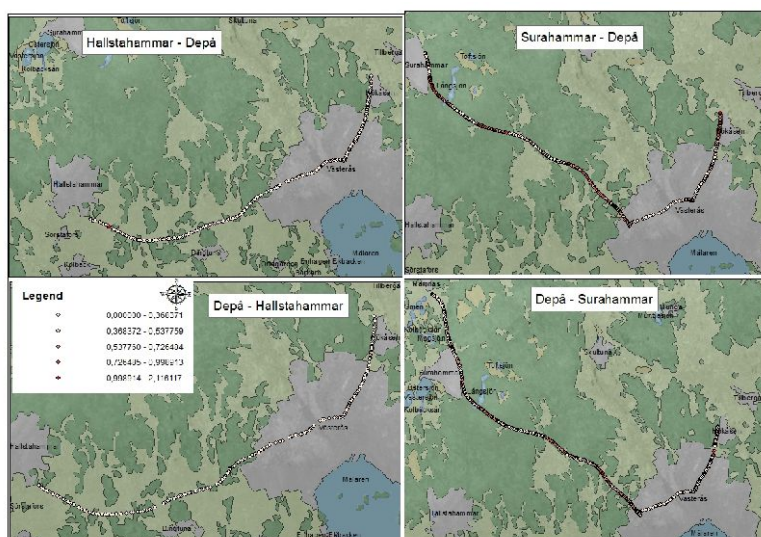
3.3 Infralytic

Data från Infralytics vattenfilmsensor samlades kontinuerligt in från en av Svevias saltbilar i Västerås och data analyserades i olika programvaror för matematik och geografiska informationssystem.

Sannolikhetsanalyser och referensjämförelser m.h.a videoupptagning som beskrivits ovan visar att sensorn framgångsrikt mäter variationer av mängd vatten på vägen. Eftersom fullt pålitliga befintliga metoder saknas för att mäta tjocklek av vattenfilm på asfaltväg så har inga kvantitativa tester utförts förutom tillverkarens egna som beskrivits tidigare i rapporten. Detta till trots så är de faktiska observationerna tillräckligt tydliga för att bedöma sensorns mätvärden som pålitliga.

Sensors hårdvara har överlevt det krävande förhållandena på driftfordonet, det enda problemet som förekommit är en tidvis bristande kommunikationslänk. Detta beror på den enkla temporära installationen och har inget med sensorn att göra.

Sammanfattningsvis pekar resultaten på att det finns god potential för att gå vidare med att se på möjligheten att styra saltspridningen direkt med information från sensorn. Vid ett eventuellt sådant projekt så bör även möjligheten att rapportera in data till VViS beaktas då detta kan ge värdefull information om hur en koppling mellan VViS och fordonssensorer kan se ut. Det insamlade datat från fordonssensorn kan exempelvis presenteras i kartor med aktuell vattenfilmstjocklek just nu. Figur 26 visar ett exempel på detta, taget från en verklig saltrunda under projektsperioden.



Figur 26: Kartor från ett driftsområde där uppmätt vattenmängd i millimeter ritats upp.

4 Diskussion och slutsatser

Resultaten från säsongens mätningar presenterades vid en workshop hos Svevia i Stockholm den 15e Mars 2012. Efter presentationen diskuterades resultaten och dess tänkbara innebörd för vinterdriften. Synpunkter från Trafikverket och entreprenörer togs upp dessa parter fick presentera sina syner på projektet och dess innebörd för framtiden. De sammanfattande slutsatserna från projektet och den diskussion som hölls vid nämnda workshop presenteras i detta stycke.

Ansvar för infrastruktur

Den infrastruktur av mätsystem som idag bygger upp VViS-systemet är något som Trafikverket ansvarar för. Vid utbyggnad och implementation av nya typer av mätsystem såsom BIRDS dyker frågan upp om vem som mest behöver informationen och vem som ska bekosta. Vid workshopen var det tydlig konsensus att all infrastruktur rimligtvis ligger under Trafikverkets ansvarsområden. En entreprenör kan inte förväntas göra ingrepp i infrastrukturen vid vunnet kontrakt. Detta gäller även kommande teknikuppdateringar av nya system. Denna slutsats kan tyckas uppenbar, men den väcker en del intressanta frågor om gränsskiktet mellan infrastruktur och mobila mätningar som diskuteras vidare nedan.

MDSS behövs

Parallellt med utveckling av mätsystemen så måste själva beslutsstödssystemet utvecklas. Idag finns en portal för hämtning av mätdata från väderstationerna men ett beslutsstöd med väglagmodell typ MDSS (Maintenance Decision Support System) som används på flera håll i Europa bör vara målet. Entreprenören uttrycker idag ett tydligt behov av ett mer komplett och utvecklat beslutsstöd för vinterdrift. I framtiden kommer det vara ett absolut krav då kompetenser ändras och beslutsfattarna blir mer och mer operatörer och inte längre experter på vinterväghållning.

Var vidare utveckling bör inledas

Beslut om åtgärder kan delas in i två kategorier, Före och Under körning. Före körning behövs ett ställningstagande till frågor som *När*, *Var* och *Vad* ska åtgärden göras och bestå av? Under körning väcks istället frågan *Hur* görs åtgärden bäst här och nu. I dagsläget så bör fokus vara på *Hur*, D.v.s. optimering av en pågående åtgärd. Anledningen till detta är att det är det som ligger närmast i tiden och är snabbast att implementera. En fordonsmonterad väglagssensor som testats i detta projekt är en mycket god hjälp för att svara på *Hur*. Intresset från entreprenörens sida idag är stort för denna typ av teknik. Inom snar framtid måste även svaren på frågorna *När*, *Var* och *Vad* komma men med den teknik som finns tillgänglig idag bedöms dessa svar ligga längre bort och är därför passande som ett andra steg i implementationen av ett väglagsstyrt driftsystem.

Tydlig nytta med mätning av vattenfilmstjocklek från fordon

Entreprenörer har redan idag erfarenhet av att justering av salthalt baserat på vägfukt kan kraftigt reducera saltbehovet. Bl.a Svevia har utfört tester där föraren fick agera mätsystem och ge information till saltspridaren om vattenmängd. Dessa tester föll väl ut och en automatisk vattenfilmmätare kan bara förbättra dessa resultat.

Fordonsmätningar kan informera infrastruktur/MDSS, vem äger informationen?

Konsensus under diskussionen var också att fordonsmonterad teknik rimligen faller under entreprenörens ansvarsområde. Detta för att sensorn anpassas för att passa på driftsfordonet. Som nämnts ovan så uppkommer ett gränsskikt mellan infrastruktur och fordonsmätningar vid införandet av avancerad mätutrustning på fordonen. En väglagssensor som sitter monterad på saltbil för att styra pågående spridning kan också ge värdefull information till ett MDSS och på så sätt förs informationen in i den ordinarie infrastrukturen. Här uppkommer en fråga om vem som äger och

ansvarar för kvaliteten på denna mätinformation. Under diskussionen föreslogs ingen lösning och inte heller rapportförfattarna har något förslag på lösning, men det är en intressant fråga ta med under framtida arbete.

Det kan vara så att entreprenörens fordon enbart mäter för att informera den aktuella körningen och att trafikverket har andra sätt att informera infrastrukturen med mobila mätningar. Beroende på hur kostsam den fordonsbaserade tekniken blir olika alternativ intressanta att studera vidare.

Stationsbaserad fryspunktsmätning

Kritik mot idén om stationsbaserad fryspunktsmätning kom upp under diskussionen på grund av mätområdets begränsade storlek. Invändning mot kritiken kom främst från entreprenörernas håll. Invändningen var framförallt att även en enda punkt med saltmätning i ett driftsområden kan vara väldigt lärorikt för operatörerna. Operatören ser fryspunkt, kan studera vad som händer vid saltning och ser sedan hur saltet klingar av och kan lära sig kring hur saltet ligger på vägen. På detta sätt kan informationen vara väldigt informativ trots begränsad mätningar.

Det kom även kritik mot fryspunktsmätningens princip. Under projektet upptäcktes att den nuvarande modellen av fryspunktsmätning kräver relativt mycket fukt på vägen för att fungera bra. Trots konkreta förslag till teknik förbättrar detta avsevärt så kommer det alltid behövas någon form av fukt som kan frysas för att utföra mätningen. Invändningen mot denna kritik var att vid de intressanta väglagssituationerna så finns det fukt på vägen och då kommer mätvärden kunna levereras. Entreprenören uttryckte tekniken som ett positivt tillskott av data till beslutsfattarna. Ingen data levereras när vägen är torr men det är värdefull information i sig att veta att vägen är torr. Torrt restsalt som påverkar spelar mindre roll, menar entreprenören.

En tänkbar lösning som diskuterades och mottogs positivt är att en fryspunktsmätning skulle kunna agera som indata till MDSS snarare än direkt mätvärde. D.v.s. MDSS beräknar huruvida vägen är torr eller ej och vid torrt väglag så ansvarar en saltavklingsningsmodell i MDSS för värden på restsalt och inte fryspunktsensorn. Detta förslag kräver dock en implementation av MDSS som diskuteras ovan.

Utvecklingen av ett sådant fryspunktsmätningssystem är dock en kostsam process och trots den positiva inställningen från framförallt entreprenörer är riskvilligheten hos teknikutvecklande företag begränsad. En framgångsrikt utvecklad produkt inte är en garanti för försäljning trots det tydliga behovet.

Tydlig framtidsvision för vinterdriften behövs

Tack vare entreprenörerna tydliga önskemål om fordonsbaserade väglagssensorer så ges en indikation på vad teknikutvecklande företag ska sikta på att utveckla för att nå målet om väglagsstyrd drift.

Ett stort problem identifierades dock under projektet rörande införandet av en väglagsstyrd vinterväghållning i Sverige. De verkar till synes som att staten inte har en tydlig vision för vinterdriften. Detta riskerar påverka, som redan nämnt, entreprenörer och teknikföretag så till vida att nya satsningar blir osäkra och möjligheterna att satsa fullt ut på teknikutveckling minskar. I väntan på en klar riktning för vinterväghållningen från staten så förefaller små projekt och teknikinventeringar av samma typ som detta projekt vara mycket önskvärda. Små orienterande projekt är ett bra sätt att utvärdera och sprida kunskap om teknikutveckling till berörda parter. Orienterande projekt är dock inget substitut till stora utvecklingsinsatser så innan staten ger en tydlig målbild för vinterdriften så stagnerar teknikutvecklingen och implementationen i Sverige.

5 Förslag på vidare arbete

Inom ramen för detta projekt så utvärderades olika tekniker som har gett en ökad kunskap om de olika teknikernas för och nackdelar och underlag för hur de skulle kunna implementeras i vinterdriften.

Resultaten ger vägledning inför en fortsatt satsning där en eller flera av teknikerna i modifierad form används operativt i en verklig driftssituation.

Vid ett fortsatt förbättringsarbete inom väglagsstyrd drift finns en stark rekommendation att ta ett helhetsgrepp och driva utvärdering och implementation av tre teknikslag parallellt för maximal synergi.

5.1 Fordonsbaserad väglagsmätning

Baserat på vad som framkom vid diskussion med entreprenörer och baserat på vad tekniken visar sig kunna prestera så finns det ett tydligt nästa steg för den fordonsbaserade tekniken. Detta steg är att installera ett antal sensorer som direkt kan användas för att styra saltspridare baserat på fuktighetsgrad på vägen.

En installation av ett antal sensorer, 5-10st i ett större område där bilar med och utan fuktighetssensor går parallellt kommer ge värdefull information. Informationen kommer främst vara hur mycket salt som går spara tack vare väglagsanpassad saltspridning men också hur en fullskalig implementation av ett sådant system skulle kunna se ut.

Ett lämpligt tillvägagångssätt är att en tillverkare av fuktsensor och tillverkare av saltspridare tillsammans tar fram en teknisk lösning för installation och drift. Vidare bör entreprenörer bjudas in i ett tidigt skede för att lösa frågan om installation och operation på befintliga fordon. Experter på vägklimatologi behövs för val av lämpliga testområden och rimligen också projektledning.

Ett förväntat resultat av ett sådant test och projekt är en siffra på hur mycket salt som går spara om denna teknik implementeras fullt. Vidare bör en komplett kostnadskalkyl för inköp, installation och drift också kunna levereras efter avslutat projekt.

5.2 Stationsbaserad fryspunktsmätning - BIRDS

Detta projekt gav värdefull information om BIRDS och förbättrad utformning av ett systemet för mätning av fryspunkt.

En prototyp av nästa version av BIRDS är framtagen och en modell som klarar installation i väg är under utveckling och kommer finnas tillgänglig under hösten 2012. Ett test i mindre skala är planerat men en utvärdering av systemet för implementation i vinterdriften måste göras i större skala för att kunna svara på hur systemet kan förbättra vinterdriften utifrån väglagsinformation.

5.3 Beslutsstödssystem

En punkt som inte omfattades av detta projekt men som identifierades som ett tydligt önskemål från entreprenörer är implementationen av en vägklimatmodell för planering av vinterdrift. För att kunna hantera den mängd ny information som kommer komma från nya tekniklösningar så behövs ett sammanhållande system. Ett beslutsstödssystem med väglagsmodell av typ MDSS kommer bli en nödvändighet för att sammanställa informationen och presentera den på ett sätt att det går fatta väl underbyggda beslut utan att operatören är expert på alla ingående mätsystem. Därför är ett test av ett fullskaligt MDSS parallellt med ovanstående tekniklösningar starkt rekommenderbart.

6 Referenser

[1] Vägväderinformationssystem, VViS. 2009. Broschyr utgiven av Trafikverket, dokumentnummer 89370. Tillgänglig (2012-04-27) på:
http://publikationswebbutik.vv.se/upload/5455/89370_vagvaderinformationssystem_vvis.pdf

[2] Slippery Road Information System (SRIS) Slutrapport och information finns tillgängligt (2012-04-27) på <http://www.sris.nu/>