



Införandet av Digital Vinterväglagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning

Dokumenttitel: Införandet av Digital Vinterväglagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning

Författare: Linda Wennbom, ViaPM; Christer Andersson, ViaPM; Hawzheen Karim, ViaPM; Johan Petersson, NIRA Dynamics och Johan Casselgren, LTU.

Dokumentdatum: 2025-02-04

Ärendenummer:

Version: 1.0

Kontaktperson: Hawzheen Karim

Publikationsnummer: 2025:1

ISBN: 978-91-531-3663-7

Sammanfattning

Denna rapport beskriver demonstrationsprojektet *Införandet av Digital Vinterväglagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning* som syftade till att förbättra kommunal vinterväghållning genom att implementera digitala stödsystem för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållning. Projektet finansierades delvis av InfraSweden och initierades av Göteborgs Stad, NIRA Dynamics AB, ViaPM AB och Luleå tekniska universitet och.

Rapporten utforskar nyttan av att modernisera vinterväghållningsverksamheten i Göteborgs Stad, som tidigare präglades av ett reaktivt arbetssätt och begränsad dataanalys. Genom att demonstrera och utvärdera digitala stödsystem, som Winter Road Insights, Wx Horizon, MDSS, RSI och Zeekit, visar projektet hur effektiviteten kan ökas, uppkommen halka kan minskas och kostnaderna kan optimeras för vinterväghållningen.

Rapporten beskriver också de nödvändiga anpassningarna som krävs inom organisationen, verksamheten och IT-systemen för att fullt ut integrera de digitala verktygen och dra full nytta av dem. Dessa anpassningar inkluderar förändringar i arbetssätt, kompetensutveckling och etablering av ett systematiskt förbättringsarbete.

Slutligen betonar rapporten vikten av att samordna teknikutveckling med organisatoriska förändringar och affärsmodellinnovationer för att uppnå en mer hållbar och effektiv vinterväghållning.

1 Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
2 Inledning	7
2.1 Bakgrund.....	7
2.1.1 Stadsmiljöförvaltningens Vinterväghållningsverksamheten innan projektstart	8
2.1.2 Omvärldsbevakning och teknisk utveckling.....	10
2.1.3 Förbättrade klimatmodeller och väderprognoser	10
3 Syfte, mål och effekter	11
3.1 Koppling till InfraSwedens mål och effekter	12
4 Genomförande.....	12
4.1 Arbetspaket 1: Projektledning och projektkoordinering.....	13
4.1.1 Syfte	13
4.1.2 Arbetsmetod.....	13
4.1.3 Omfattning.....	13
4.2 Arbetspaket 2 - Demonstration, utvärdering och validering.....	14
4.2.1 Syfte	14
4.2.2 Arbetsmetod för AP2	14
4.2.3 Resultat arbetspaket 2	21
4.3 Arbetspaket 3 - Beskrivning av anpassningsbehov i IT-miljö för integrering av data och stödsystem.....	26
4.3.1 Syfte	26
4.3.2 Arbetsmetod.....	27
4.3.3 Resultat	27
4.4 Arbetspaket 4 - Kravställning inför upphandling av data och stödsystem	32
4.4.1 Syftet	32
4.4.2 Arbetsmetod.....	33
4.4.3 Resultat arbetspaket 4	33
4.5 Arbetspaket 5 – Behov av anpassning av verksamhet, organisation och arbetssätt.....	34
4.5.1 Syfte	36
4.5.2 Arbetsmetod.....	36

4.5.3	Resultat arbetspaket 5	36
4.6	Arbetspaket 6 - Implementering	38
4.6.1	Syfte	38
4.6.2	Arbetsmetod.....	39
4.6.3	Resultat arbetspaket 6	39
5	Slutsatser och erfarenhet.....	41
5.1	Slutsatser.....	41
5.2	Erfarenheter.....	43
5.3	Skalbarhet för digitala verktyg och kommunal vinterväghållning	45

2 Inledning

Projektet ”*Införandet av Digital Vintervägslagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning*” var en teknik – och systemdemonstration som syftade till att visa hur användningen och effekten av nya digitala verktyg, kan förbättra kommunal vinterväghållning i positiv riktning. Projektet initierades av Göteborgs Stad, NIRA Dynamics AB, ViaPM AB och Luleå tekniska universitet.

- Trafikkontoret (Stadsmiljöförvaltningen) i **Göteborgs Stad** ansvarar för vinterväghållningen på det kommunala vägnätet. Trafikkontoret medverkade i projektets olika arbetspaket med huvudansvar för genomförandet av arbetspaketet 6 som omfattade implementering av projektets resultat.
- **NIRA Dynamics** NIRA Dynamics är ett världsledande företag kring uppkopplade fordonsdata, de utvecklar applikationer och tjänster som är baserade på fordonsensorer.
- Nira Dynamics levererade digital väglagsinformation i projektet samt de nödvändiga IT-lösningar som
- **ViaPM** är ett konsult- och managementföretag som leder komplexa strategiska forskning- och innovationsprojekt på hög systemnivå. ViaPM ansvarade för projektledning och projektkoordinering samt analyserna av anpassningsbehoven avseende affärsmodell, organisation och verksamhet.
- **Luleå tekniska universitet** (LTU) är en ledande aktör inom forskning kopplat till infrastrukturunderhåll och vinterväghållning. LTU ansvarade för utvärdering av den digital väglagsinformation och de analyser och referensmätningar som krävdes.

Projektet använde **beslutsstödsystem** från Vaisala (MDSS och Horizon) samt Klimator (RSI). **Friktionsdata** togs fram av NIRA Dynamics. **Digitala verktyg** för administration, uppföljning och kvalitetssäkring hämtades från Zeekit (Fleetzeek, Collector och Callout).

2.1 Bakgrund

Det kan tyckas lätt att kräva ”snö- och isfri vinterväg överallt hela tiden” men detta är både svårt och mycket kostsamt att uppnå. För att uppnå en kostnadseffektiv vinterväghållning som uppfyller alla beslutade kvalitetsnivåer krävs effektiva verktyg för väglagsprognostisering och åtgärdsplanering. De totala kostnaderna för vinterväghållning ska sättas i perspektiv mot samhällskostnader (VTI PM 2024:4 “Kunskapsöversikt om fotgängare”). Det behövs även effektiva metoder för genomförande av åtgärder samt uppföljning av leveranser och effekten av åtgärderna. En viktig informationskälla om rådande vädersituation såsom till exempel lufttemperatur, vägytetemperatur, vind, nederbörd och väglag kommer från Trafikverkets vägväderstationer. Dessa är placerade utefter det statliga vägnätet, vilket innebär att de kan vara placerade långt ifrån de platser som är kritiska för kommunernas vägnät. Informationen presenteras i Trafikverkets Vägväderinformationssystem (VViS) och utgör ett viktigt beslutsunderlag även för beredskapshavare som ansvarar för det kommunala vägnätet.

Ett bristfälligt planerings- och uppföljningsverktyg för vinterväghållningsverksamhet i kombination med det stora ansvaret som ligger hos beredskapshavarna, har det skapats en tuff och ohållbar

arbetsmiljö. Branschen har i flera år varnat för en ständig ökande arbetsmiljörelaterad psykisk ohälsa. Detta har i sin tur lett till en ökad personalomsättning och svårigheter med att rekrytera bredskapshavare, då branschen blivit mindre attraktiv. Detta har även haft en negativ påverkan på jämställdheten i en bransch som historiskt haft utmaningar med jämställdheten. I dagsläget uppskattas andelen kvinnor som arbetar inom hela segmentet vägunderhåll i Sverige vara ca 5%.

2.1.1 Stadsmiljöförvaltningens Vinterväghållningsverksamheten innan projektstart

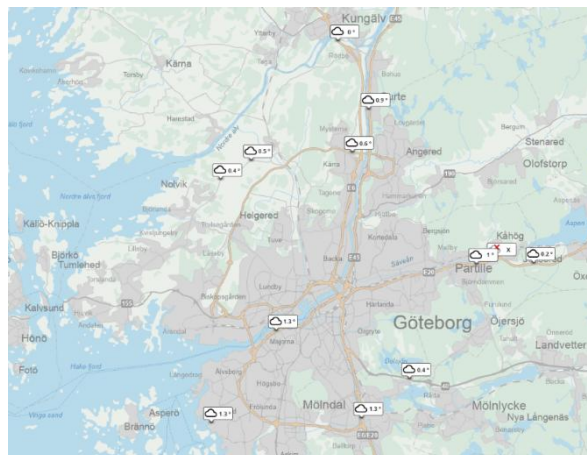
Det kommunala vägnätet i Göteborg består av 3000 km vägar och gator varav 550 km cykelvägar. Hållbar vinterväghållning är en absolut nödvändighet i ett modernt, välfungerande samhälle. Det är en samhällsviktig angelägenhet som berör alla kommuninvånare på ett direkt eller indirekt sätt under den kalla årstiden.

Över tid har Göteborgs Stad haft olika upphandlingsstrategier för att bedriva sin vinterväghållning. Fram tills 2021 var stadens strategi, som baserades på en egen modell, att handla upp vinterväghållning som styrda funktions-/generalentreprenader, indelade i 12 geografiska områden. Detta innebar att entreprenaderna skulle bära sin egen organisation gällande arbetsledning som även innehöll bevakning av vädersituation. Staden krävde med avseende på startkriterier för åtgärd och vilka åtgärdstider som organisationen skulle dimensioneras för. Entreprenören beslutade vilken åtgärd som skulle utföras utifrån en prissatt mängdförteckning som tagits fram av staden.

Samtidigt hade staden en egen beredskapsorganisation som kallades för "huvudberedskapen". Huvudberedskapens uppdrag var att bevaka vädersituationen, besluta vilka åtgärder som skulle utföras på saltvägnät samt arbetsleda resurserna för åtgärden. Saltvägnätet består av det mer högtrafikerade vägarna samt de vägar som trafikeras av kollektivtrafik. Som stöd för Huvudberedskapen i att bedöma väderprognoser köptes en tjänst från SMHI. Utöver väderprognoser från SMHI, fanns tillgång till Trafikverkets vägväderstationer (VViS) och tre egna väderstationer som var utplacerade på väderkritiska platser. En låg tillit hos huvudberedskapen till att åtgärder som beslutats var de rätta gjorde att man hade en rutin att även patrullera vägnätet för att kontrollera vägytorna, detta för att se om det uppstått halka. Detta resulterade i ett reaktivt arbetssätt då det ofta kallades ut saltresurser när det redan uppstått halka. Detta arbetssätt gav ett behov av korta åtgärdstider för saltbilarna med en relativt stor mängd av saltbilar vid varje åtgärdstillfälle som följde.

Vinterväghållningens utmaningar är väldigt stora när informationen är begränsad. De nya digitala systemen möjliggör en större prestandaökning på vinterväghållningen och en höjd servicenivå för vägnätets alla användare. Dessutom finns möjligheter att sänka kostnaderna när mer information finns tillgänglig.

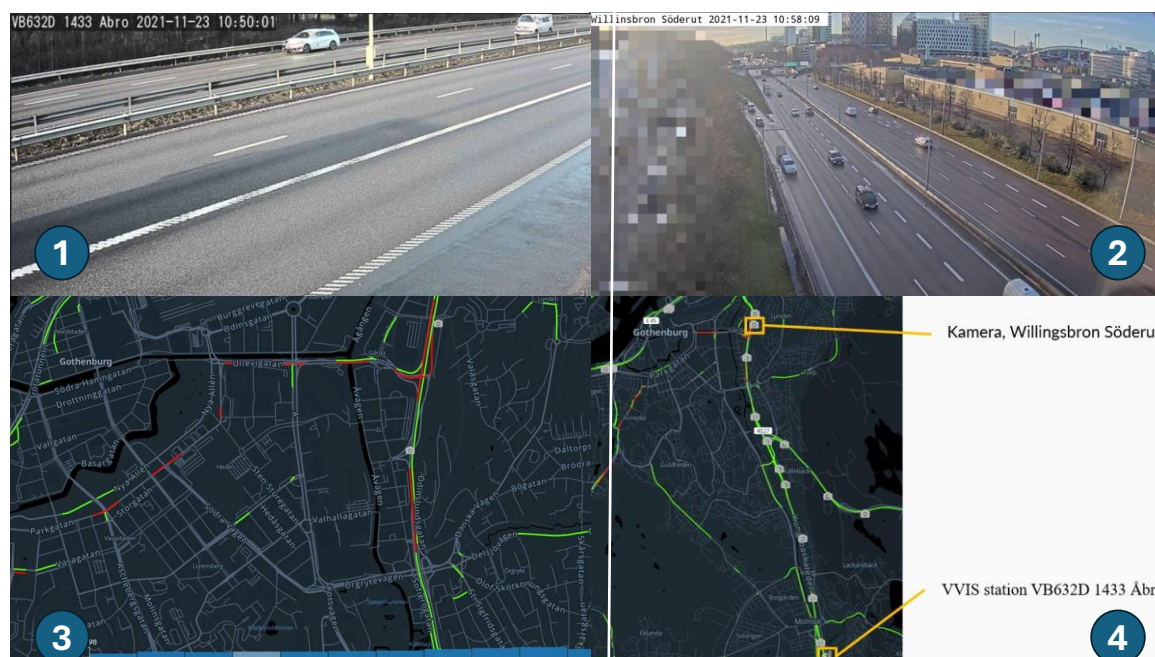
Att använda sig av Trafikverkets VViS stationer skapade ofta en felaktig bild kring helhetssituationen då endast ett fåtal VViS stationer finns utplacerade i Göteborg vilket innebär att information kring lokala avvikelser saknas, Figur 1.



Figur 1: Placerade VViS stationer runt Göteborg VViS visas som vita ikoner med väderstatus och temperatur. Källa: Trafikverket

2.1.1.1 EXEMPEL FRÅN VERKLIGHETEN

Ett exempel på lokala fenomen går att se med hjälp av NIRA Dynamics Winter Road Insights. VViS station i Åbro indikerar på att vägen är torr, lufttemperaturen ligger på 2.2°C och vägytttemperaturen på 2.0°C.



Figur 1: Exempel från verkligheten - lokala fenomen och vägslag

Notera att trots temperaturerna så tycks is ligga på vägrenen, enligt foto 1 i Figur 1. Fotot är hämtat från VViS station VB632D 1433 Åbro kl. 10:50. Den mörka asfalten 7 km norrut om VViS stationen i Åbro (Bild 2, Figur 1) indikerar att vägen antingen är våt eller isbelagd, vilket är svårt att tolka av bilden. Friktionsdata från FCD (Floating Car Data) visar dock att flertalet vägar, särskilt i närheten av kameran ovan, är hal. Detta syns som rödmarkerade vägsegment på kartan (Bild 3 och 4, Figur 1).

2.1.2 Omvärldsbevakning och teknisk utveckling

I syfte att öka trafiksäkerheten använder många fordonstillverkare tekniken ”Slippery Road Alert” i sina fordon för att varna trafikanter för halka. Tekniken bygger på en algoritm som beräknar friktionen mellan vägytan och fordonets däck baserad på data från en kombination olika sensorer i fordonet. Informationen kommunicerar sedan med andra fordon som är utrustade med samma typ av varningssystem genom en molnbaserad tjänst. Enligt Trafikverket finns idag ca 40 000 uppkopplade personbilar i Sverige med tekniken ”Slippery Road Alert” och antalet väntas öka exponentiellt då flera fordonstillverkare har börjat införa tekniken i sina nyproducerade personbilar. Utöver information om vägfriktion kan annan väderrelaterad information, som till exempel lufttemperatur och nederbörd, samlas in från uppkopplade fordon. Informationen kan används som ett komplement till den information som samlas in från VViS-stationerna. Syftet är att skapa ett mer täckande uppföljningssystem för vinterväglag, samt väglagsprognoser med hög upplösning i både tid och rum. Detta leder till ett modernt och effektivt beslutsstödsystem som i sin tur ger förutsättningen för att utföra **rätt åtgärd** på **rätt plats** vid **rätt tid** (3R-principen) i syfte att göra vinterväghållningen mer effektiv och hållbar.

2.1.3 Förbättrade klimatmodeller och väderprognoser

Sedan 2010 har Trafikverket i samarbete med akademien och anläggningsbranschen drivit flera forskningsprojekt för att utveckla och förbättra klimatmodeller och väglagsprognoser baserad på data från mobila och fasta sensorer. Mellan 2014 och 2017, som ett steg mot implementering av flera års forskningresultat, genomförde Trafikverket ett demonstrationsprojekt kallat *Road Status Information* (RSI). Syftet med RSI var att testa och utvärdera möjligheterna med att använda data från uppkopplade fordon för att skapa högupplösta väglagsprognosmodeller och för uppföljning av väglag (vägfriktion). Trots att projektet var begränsat till ett driftområde, visade resultatet en årlig besparingspotential om 5–10 % av de totala kostnaderna för vinterväghållning på hela det statliga vägnätet. Resultatet visade även en minskad miljöbelastning till följd av en minskad saltförbrukning med upp till 5% i kombination med optimerade halkbekämpningsåtgärder (3R-principen). Även följande slutsatser kunde konstateras;

- Tekniken som används i bilarna för att mäta friktionsdata är tillräckligt noggrann jämfört med konventionell teknik.
- Leverantörsmarknaden för tjänsten ”uppkopplad vägfriktionsuppföljning” var mindre mogen då antalet personbilar som var utrustade med ”*slippery road*” tekniken var begränsad för att kunna få en tillräckligt bra täckningsgrad för det statliga vägnätet vid tidpunkten.
- En lyckad implementering av tekniken kräver att tekniken ska fungera i harmoni med alla delar i systemet för vinterväghållningen. Detta innebär att väghållarna måste anpassa hela systemet (krav, regelverk, affärsmodell, IT-system mm) för att skapa förutsättningar för implementeringen av tekniken.
- För att tekniken ska ge förväntad effekt, måste även entreprenörerna använda sig av moderna beslutsstödsystem som bygger på en kombination av sensordata från uppkopplade bilar och fasta moderna sensorer.

Resultatet från projektet RSI blev startskottet till omfattande utvecklingsarbeten på många håll i Sverige. Detta resulterade i att det idag finns det flera leverantörer i Sverige som arbetar med att utveckla och testa applikationer för väglagsprognostisering samt planering och uppföljning av vinterväghållningsverksamheten. Arbetet med tillämpningen och kommersialiseringen har dock varit mindre framgångsrikt då utvecklingen enbart har skett med fokus på test och validering av tekniken. Teknikutvecklingen har skett isolerad från nödvändiga förutsättningsskapande utvecklingsaktiviteter - som till exempel anpassning och utveckling av organisation, verksamhet, affärsmodell och regelverk. För att uppnå hållbara och framgångsrika resultat är det avgörande att teknikutvecklingen samordnas med organisatoriska förändringar, affärsmodellinnovationer och regelverksanpassningar. Detta helhetsperspektiv skulle kunna säkerställa att de tekniska lösningarna blir fullt integrerade och effektiva i praktiken.

3 Syfte, mål och effekter

Projektet *Digital Vinterväglagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning* var ett systemdemonstrationsprojekt med syfte att utvärdera och validera nyttan av att använda en kombination av digitala verktyg som stödsystem för effektivisering av kommunala vinterväghållningsverksamhet genom att:

- Använda en objektiv utvärderingsmetodik baserad på friktionsmätningar via uppkopplade fordon som, oberoende av säsong och utförande instans, ger ett värde på hur väl vinterväghållningen är utförd. För att kunna utvärdera, så måste det vara möjligt att mäta.
- Använda ett verktyg för väglagsprognostisering som levererar bättre väglagsprognoser med hög upplösning i tid och rum.
- Använda ett verktyg för styrning och genomförande vinterväghållningsåtgärder på ett effektivt och hållbart sätt.

Målet var att:

- Utvärdera användning av digitala verktyg för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållningsverksamhet med fokus på pålitlighet, effekter, begränsningar, nyttor och kostnader.
- Skapa de förutsättningar som krävdes för implementering av digitala stödsystem för vinterväghållning hos Stadsmiljöförvaltning i Göteborgs Stad. Detta gjordes genom att identifiera och genomföra de anpassningar som krävdes gällande Stadsmiljöförvaltningens organisation, verksamhet, regelverk och affärsmodell.
- Tillämpa digitalt stödsystem för vinterväghållning i Göteborgs Stad genom att starta den första delen av implementeringsfasen, som en del i projektet.

Tillämpad digital vinterväglagsinformation skulle leda till en effektivare och mer hållbar vinterväghållning enligt följande:

- En resurseffektiv vinterväghållningsverksamhet till följd av en optimerad vinterväghållning som baserades på bättre verktyg för planering, genomförande och uppföljning av verksamheten.
- En god förberedelse för aktuellt väglag i kommunen ger bättre beslut och prioriteringar.

- Minskning av miljöpåverkan från vinterväghållning kan uppnås genom att minska användningen av halkbekämpningsmedel och utsläppen från vinterväghållningsfordon.
- Minskade trafikolycksrelaterade kostnader genom ökad trafiksäkerhet och minskad risk för halka till följd av en effektivare vinterväghållning.
- Minskade arbetsmiljörelaterade kostnader så som sjukskrivningar genom förbättrad arbetsmiljö till följd av bättre stödverktyg för beredskapshavare.
- Ökad jämställdhet och trygghet genom att göra branschen mer attraktiv med en moderniserad arbetsmiljö och omedelbar feedback från bilarna, vilket leder till mindre stress för beslutsfattarna.

3.1 Koppling till InfraSwedens mål och effekter

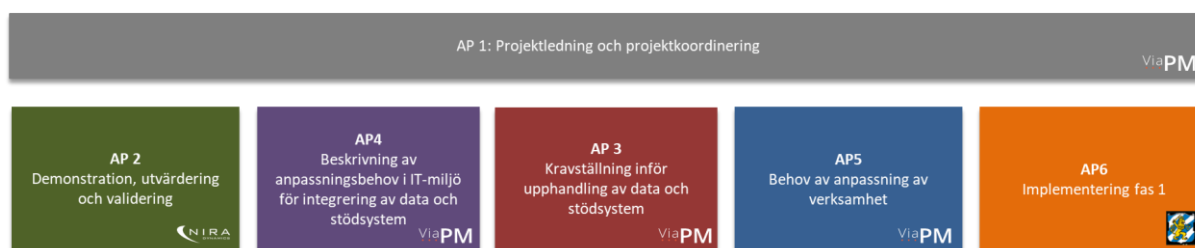
Projektet delfinansierades av det strategiska innovationsprogrammet InfraSweden. Med en resurseffektiv och hållbar vinterväghållning som utfall skulle projektet bidra till vad InfraSweden vill åstadkomma med sina utlysningar, nämligen *”hållbar utveckling av transportinfrastrukturen genom snabba omställningar”*.

Projektet har haft en stark bäring mot syftet och inriktningen för InfraSwedens fokusområde *Tillståndsbedömning och drift- och underhållsmetodik*. Resultaten från projektet kommer på sikt att bidra till att förbättra tillståndet för den befintliga transportinfrastrukturen och göra den mindre känslig för störningar.

4 Genomförande

Projektet *Digital Vinterväglagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning* var ett systemdemonstrationsprojekt där ansvariga för vinterväghållningsverksamheten i Göteborgs Stad fick möjligheten att under tre vintersäsonger testa och utvärdera en kombination av olika digitala verktyg för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållning på det kommunala vägnätet. Parallellt med demonstrationen pågick flera typer av analysarbete för att utvärdera nyttan med verktygen och identifiera de förutsättningar som var nödvändiga för tillämpning av verktygen, som till exempel anpassning av organisation, verksamhet och arbetssätt. Projektet delades in i sex arbetspaket med tydliga syften och leveranser samt ansvarig projektpart för varje arbetspaket, figur 3:

- Arbetspaket 1: Projektledning och projektkoordinering
- Arbetspaket 2: Demonstration, utvärdering och validering
- Arbetspaket 3: Beskrivning av anpassningsbehov i IT-miljö för integrering av data och stödssystem
- Arbetspaket 4: Kravställning inför upphandling av data och system
- Arbetspaket 5: Behov av anpassning av verksamhet
- Arbetspaket 6: Implementering fas 1



Figur 3: Arbetspaketsindelningen

4.1 Arbetspaket 1: Projektledning och projektkoordinering

4.1.1 Syfte

Syftet med arbetspaket 1 var att leda, koordinera och följa upp projektet som helhet. Ett annat syfte var att driva kommunikationsaktiviteter kopplat till projektet.

4.1.2 Arbetsmetod

Projektet leddes genom en agil projektledningsmetod för att skapa möjligheten för att hantera skiftande krav på de digitala verktygen, för att möta användarnas och verksamhetens behov över tid.

4.1.3 Omfattning

Projektet inleddes med att en projektledare och en projektledningsgrupp tillsattes. Projektledningsgruppen utsåg en ansvarig arbetspaketsledare för varje arbetspaket, detta skedde i samråd med ansvarig projektpart. En övergripande tidplan togs fram, vilken utgjorde grund till en mer detaljerad tidplan för respektive arbetspaket. En aktivitetslista skapades, som sedan uppdaterades och kompletterades med nya aktiviteter under hela projektets gång. Uppföljning och koordinering skedde genom regelbundna projektledningsmöten, två möten per månad. Regelbundna statusrapporteringar skedde enligt finansärens krav för statusrapportering.

En intressentanalys genomfördes vid projektets start för att identifiera intressenter och tydliggöra olika målgrupper. Analysen var ett viktigt underlag för kommunikationsplanen som innehöll kommunikationsaktiviteter för olika målgrupper. Kommunikationsaktiviteterna genomfördes av projektledningsgruppen enligt en tidplan. Aktiviteterna varierade mellan artiklar, pressmeddelanden, workshop och presentation av projektet för olika målgrupper - ofta i samband med konferenser och liknande event.

I början av varje vinterväghållningssäsong arrangerades en utbildning för beredskapshavarna och Göteborgs Stads anställda som direkt eller indirekt berördes av vinterväghållningen. Syftet var att utbilda deltagarna i användning av de olika digitala verktygen som demonstrerades inför varje vinterväghållningssäsong.

4.2 Arbetspaket 2 - Demonstration, utvärdering och validering

4.2.1 Syfte

Syftet med arbetspaket 2 var att testa, analysera samt utvärdera och bekräfta nyttorna med användningen av de digitala verktygen som stödsystem för vinterväghållning. Målet var att säkerställa att dessa verktyg fungerade effektivt och uppfyllde ställda krav, samt identifiera eventuella förbättringsområden. Ett annat syfte med demonstrationen var att skapa en förståelse för nyttan av dessa system, i förhållande till deras kostnad. Genom att noggrant utvärdera och validera systemen strävade projektet efter att optimera deras användning och integrering i de pågående arbetsprocesserna, samtidigt som kostnadseffektiviteten bedömdes.

4.2.2 Arbetsmetod för AP2

Under vintrarna 2021/2022, 2022/2023 och 2023/2024 fick ansvariga för vinterväghållningsverksamheten, i första hand beredskapsgruppen, i Göteborgs Stad möjligheten att använda en kombination av olika digitala verktyg för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållning på det kommunala vägnätet.

4.2.2.1 DIGITALA STÖDSYSTEM

Verktygen som användes i projektet var följande:

- Winter Road Insights
- Wx Horizon, MDSS
- Road Status Information (RSI)
- FleetZeek, Collector och Callout

Winter Road Insights är ett verktyg som nyttjar FCD (Floating Car Data) där bland annat information om vägfriktionen ingår. Verktöget används för realtidsmonitorering av vinterväglaget och uppföljning av åtgärder i form av objektiva fakta kring utkomsten av vinterväghållningen.

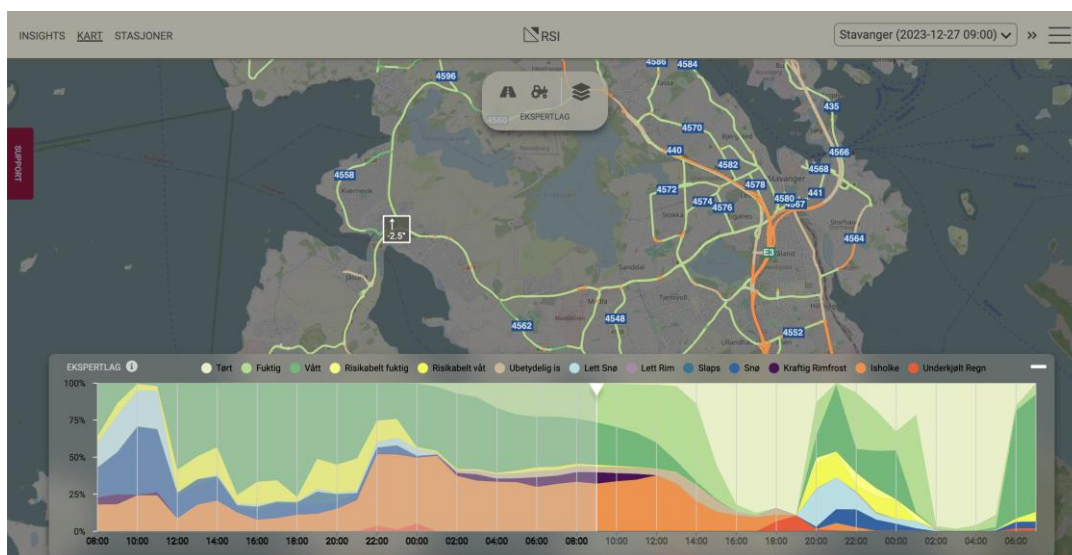
MDSS och **Wx Horizon** använder avancerade prognosmodeller som drivs av tillförlitliga lokala sensordata direkt från vägnätet. De ger noggranna insikter om nuvarande och kommande vägförhållanden, så att det går att fatta välinformerade beslut vid varje väderhändelse.

Det finns inget som kan ersätta mätning i realtid. Kombinationen av korrekta mätningar från vägväderstationer, IoT-stationer, mobila ytstatusgivare och kraftfull modellering ger bästa möjliga medvetenhet om nuvarande förhållanden. Korrekta mätningar används till väglagsprognoserna för vägnätet och åtgärdsrekommendationerna för att upp till 72 timmar i förväg veta var och när vädret kommer att påverka vägnätet. Detta ger en möjlighet att lättare fatta snabba och riktade beslut. **MDSS** och **Wx Horizon** övervakar kontinuerligt vägförhållanden och senaste prognoser och meddelar om ytterligare åtgärder behöver vidtas.

Efter en väderhändelse är det möjligt att utvärdera effektiviteten för åtgärden och identifiera eventuella förbättringsområden med hjälp av arkivdata.

Road Status Information (RSI) är ett avancerat beslutsstödsystem för vinterväghållning utvecklat av Klimator AB och har varit i operativ användning i över tio år. RSI används av både väghållare och entreprenörer i Sverige, Norge, Danmark, Finland, Storbritannien och Litauen. Systemet är utformat för att underlätta beslut om när, var och vad som ska göras genom att tillhandahålla detaljerade och precisa väglagsprognoser.

Systemet har tre huvuddelar: Insights (snabb överblick och övervakning), kartan (analys och beslut) och stationssidan (analys och nulägesbevakning) som ger användaren breda möjligheter till att inhämta den information som behövs för att fatta kvalificerade beslut. Varje del spelar en viktig roll i att ge en omfattande bild av vägförhållandena och möjliggöra effektiva åtgärder, se figur 4.



Figur 4: RSI använder en kombination av olika typer av data och modeller för att skapa dessa prognoser. Systemets huvudsakliga indata.

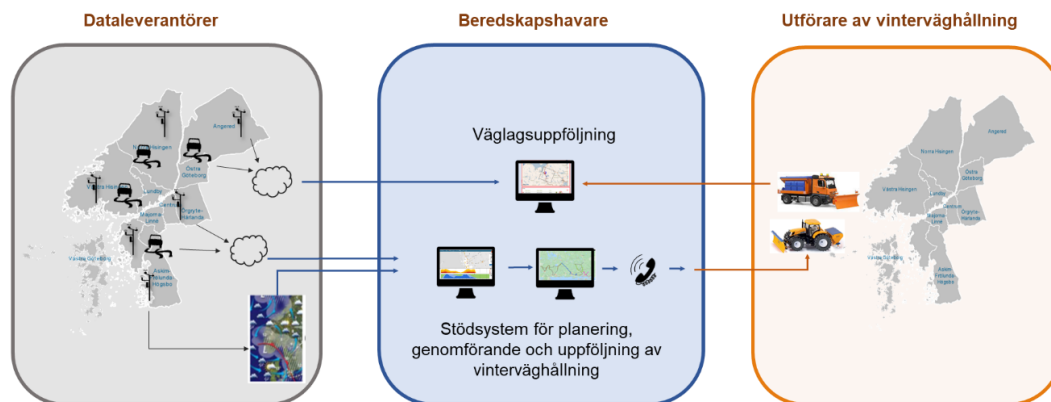
1. Stationsdata: RSI samlar in data från vägväderstationer från både Trafikverkets VViS, och IoT-stationer av olika tillverkare, som är strategiskt placerade längs vägnätet.
2. Åtgärdsdata: Systemet integrerar data från tidigare och pågående vägunderhållsåtgärder, så som saltning och snöröjning. Genom att analysera denna information ger RSI en representativ väglagsprognos, restsaltsprognos och åtgärdsförslag baserat på redan genomförda åtgärder.
3. Väderprognosdata: RSI använder atmosfäriska prognosdata för att projicera modellerna in i framtiden.
4. GIS-data: Data från geografiska informationssystem (GIS) används för att kartlägga och visualisera stationer och vägnätet samt dess omgivningar.
5. FCD Floating Car Data av olika slag används av RSI för att justera nulägesbilden och på så sätt förbättra kommande prognoser.

FleetZeek, Collector och **Callout** är ett system som samlar in och sammanställer åtgärdsdata i form av information kring GPS-spårning av åtgärdsfordon och använd saltmängd.

4.2.2.2 ETABLERING AV SYSTEMDEMONSTRATION

Etablering av systemdemonstrationen skedde snabbt eftersom de digitala verktygen var molnbaserade och allt som behövdes var att skapa användarkonto för användarna och konfigurera åtkomstinställningarna.

Beredskapsgruppen för staden använde systemen i praktiken under hela projektets gång som stöd för att fatta beslut om vinterväghållningsåtgärderna och styra resurserna samt följa upp åtgärderna. Under regelbundna projektmöten analyserade projektgruppen och användarna olika fall som uppstått. Vid dessa möten deltog även produktexperter från varje leverantör, som bidrog med sin expertis och gav värdefulla råd och tips till beredskapsgruppen. Syftet med dessa möten var inte bara att lösa de aktuella problemen, utan även att dra lärdomar för framtiden. Genom att noggrant granska varje fall och diskutera det med experterna kunde projektets arbetsgrupp identifiera förbättringsområden och successivt förfina användningen av de digitala systemen. Detta iterativa tillvägagångssätt bidrog till en kontinuerlig förbättring av arbetsprocesserna och ökade effektiviteten i vinterväghållningen.



Figur5: Stödsystem och informationsflöde i systemdemonstrationen.

4.2.2.3 FOKUSVECKOR

Under vintrarna arrangerade projektgruppen så kallade fokusveckor inom projektet. Under dessa fokusveckor arbetade projektgruppen och beredskapshavarna mer intensivt med systemen i samband med vinterväghållningen. Varje dag vid en viss tidpunkt granskades följande tillsammans;

1. Vad sa prognosen? (WxHorizon, MDSS och RSI)
2. Vilka beslut fattades? (Callout Beredskapsgruppen)
3. Vilka åtgärder gjordes? (Collector)
4. Vad blev utkomsten? (Winter Road Insights)

Fokusveckorna var uppskattade av beredskapsgruppen där mer förståelse kring användandet av systemen snabbt kunde skapas.

Dataleveransen av friktionsdata skedde genom NIRA Dynamics användargränssnitt <https://gui.cloud.niradynamics.se/>. Projektgruppen och beredskapshavarna fick inloggningskonto för användning av systemet, dessutom hölls en utbildning inför varje vintersäsong.

4.2.2.4 VALIDERING AV FRIKTIONSDATA

Arbetspaket 2 omfattade en validering av friktionsdata i syftet att undersöka hur friktionsdata från uppkopplade fordon kan användas för att identifiera olika väderfenomen som genererar halt väglag. Fokus var att utvärdera förmågan att med hjälp av uppkopplade fordon på ett tillförlitligt sätt fånga och rapportera dessa väderförhållanden för att förbättra vinterväghållningen. Valideringen omfattade inte friktionsuppskattningsalgoritmen då den redan validerats i flera tidigare projekt, som till exempel Digital Vinter (Trafikverket).

Som utvärderingsmetod användes friktionsdata från uppkopplade fordon där definition av halka är satt till friktionsvärde under $0,35 \mu$, uttryckt i procent. Valideringen av friktionsdata genomfördes huvudsakligen under perioden december till januari 2022/2023, men stickprov togs även under andra perioder. Den huvudsakliga valideringen bestod av att undersöka väderförhållanden som orsakade halt väglag, såsom snöfall, låga temperaturer och regn i kombination med låga temperaturer i både luft och på vägbanan.

4.2.2.5 UNDERPRODUKTIONS KPI

En viktig leverans i projektet var att hitta ett objektivet sätt att följa upp vinterväghållningen. I detta syfte arbetade projektgruppen för att skapa insikter i friktionsdata som samlades in via uppkopplade fordon. Insikterna skapades genom att ta fram KPI:er (Key Performance Index). KPI är ett mätbart värde som under en avgränsad tidsperiod visar hur effektivt en organisation är på att nå prioriterade mål. Genom att implementera och följa upp "rätt" KPI:er är det enklare att se om verksamhetens utveckling styrs i önskad riktning. Arbetet med att ta fram KPI:er i projektet inleddes med att identifiera ett antal problemställningar:

- Hur stor del av vägnätet uppfyller kraven på vinterväghållning?
- Möjlighet att jämföra vinterväghållningen mellan olika säsonger.
- Möjlighet att jämföra vinterväghållningen mellan olika regioner och områden.
- Möjlighet att jämföra vinterväghållningen mellan olika entreprenader.
- Möjlighet att följa upp leverans av kontrakten.
- Identifiera på vilka platser eller sträckor som vinterväghållningen kan förbättras.
- Identifiera var vinterväghållningen sköts bäst och lära från detta.
- Jämföra prestandan för olika metoder för halkbekämpning - så som kemikalier, salter, och maskiner.

För att svara på dessa problemställningar ansågs ett mått på vinterväghållningens underproduktion rimlig att mäta. Underproduktion innebär att vinterväghållningen har varit otillräcklig, i jämförelse med de krav som ställs. Då Göteborgs Stad inte ställde krav på vägfriktion på det så kallade "saltvägnätet" valde projektledningen att i demonstrationsprojektet använda Trafikverket krav på

vägfriktion som referens (Tabell 1 och 2). Utifrån detta utvecklade NIRA Dynamics ett underproduktions KPI som nyttjade vägfriktion från uppkopplade fordon för att följa upp kraven som tillämpades på vinterväghållningen under demonstrationsprojektet.

Tabell 1 Trafikverket krav på vägfriktion vid uppehållsväder och när åtgärdas tiden har gått ut.

Sektions- element	Vägytetemperatur		
	varmare än -6°C	-6°C till -12°C	kallare än -12°C
	friktionstal	friktionstal	friktionstal
Körfält	snö/isfritt	0,35	0,25
Väggen	0,25	0,25	0,25
Sidoanläggning	0,25	0,25	0,25

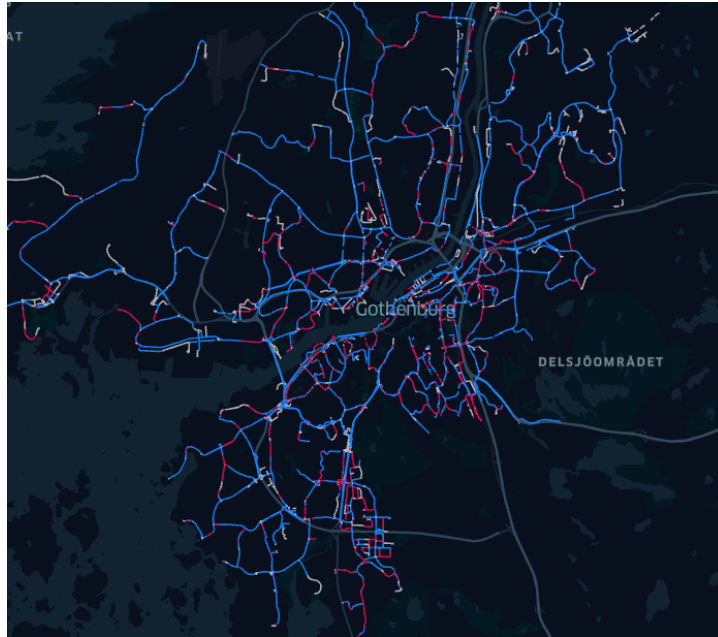
Tabell 2 Trafikverket krav på vägfriktion vid nederbörd samt åtgärdstid efter nederbörd.

Sektions- element	Startkriterier		Åtgärdstid timmar		
	Snöfall	Regn	Standardklass		
	Snödjup	Friktion	1	2	3
	cm lös snö	friktionstal			
Körfält	1	0,30	2	3	4
Väggen	1	0,25	4	6	8
Sidoanläggning	1	0,25	4	6	8

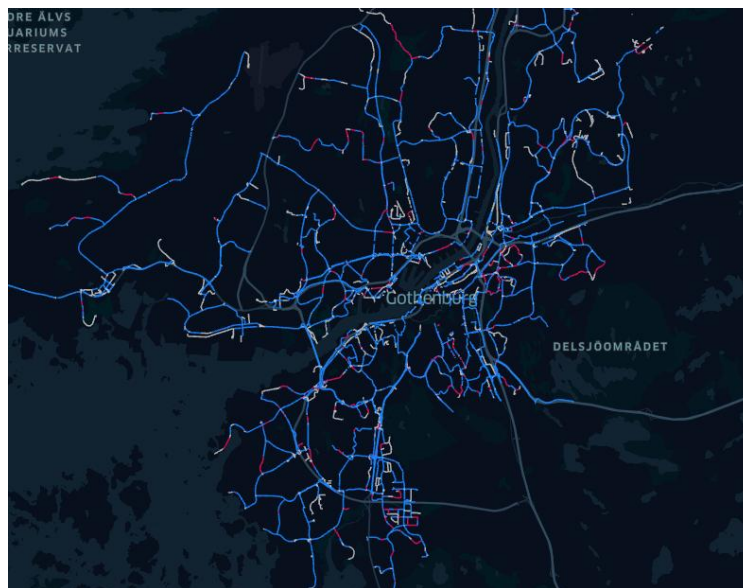
Algoritmen för underproduktions KPI fungerar så att en straffpoäng tilldelas om friktionen för ett vägsegment understiger 0,35 μ (vilket i projektet valdes som definition av halka). Straffpoängen beräknades endast under specifika förhållanden - till exempel en viss tid efter att ett snöfall upphört, men inte under pågående snöfall. Positiva poäng beräknades också endast under dessa förhållanden, vilket innebär att KPI-värdet inte påverkades av vädret. Detta betydde att KPI-siffrorna inte förbättrades enbart på grund av perioder med plusgrader och torrt väder. Därför kunde detta KPI användas för att jämföra olika områden och tidsperioder med varandra oberoende av väderförhållanden. Dock kunde viss väderinformation vara användbar att väga in i efterhand, eftersom scenarion med snöfall ofta är mer utmanande än ishalka. Genom att beräkna hur många kilometer väg som hade tillräckligt hög andel straffpoäng, gav KPI:et ett mått på hur väl vinterväghållningen sköts över en viss period,

Figurerna 6, 7 och 8 ett exempel som visar gränssnittet där projektet använde KPI:et för att jämföra december 2021 med december 2022 och december 2023. Färgerna på kartan har dessa betydelser;

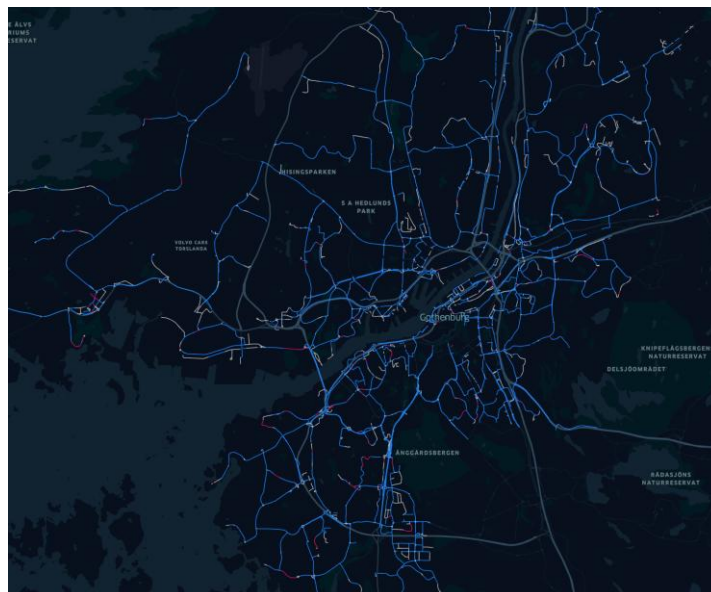
- Rött: Underkänt vägsegment
- Blått: Godkänt vägsegment
- Grått: Vägsegment med för lite data för att avgöra



Figur 6: Underproduktions KPI för Göteborg stads saltvägnät den december 2021, Källa Road Insights.



Figur 7: Underproduktions KPI Göteborg stads saltvägnät december 2022, Källa Road Insights



Figur 8: Underproduktions KPI Göteborg stads saltvägnät december 2023, Källa Road Insights

4.2.2.6 KOSTNADSNYTTOANALYS

Kostnadsnyttoanalys är en metod som används för att utvärdera förhållandet mellan kostnader och nyttor av implementering av en produkt, arbetssätt etc. Syftet är att hjälpa beslutsfattare att avgöra vilka åtgärder som ger mest nytta för pengarna eller hjälpa beslutsfattare att motivera en ny investering eller implementering av ny produkt, arbetssätt, etc.

I projektet har nyttokostnadsanalysen använts för att utvärdera förhållandet mellan kostnaderna för införandet av ett nytt arbetssätt för vinterväghållning, med digitala stödsystem och nyttorna som dessa kan realisera. Kostnadsanalysen utgjorde ett viktigt underlag för att motivera implementering av projektets resultat. Kostnader och nyttorna (besparingar) beräknades, baserat på underlag som sammanställdes av projektledningen.

Kostnadsnyttoanalysen omfattade följande:

- Kostnader för anskaffning av de digitala stödsystemen som demonstrerades i projektet
- Besparingar (nyttor) som Stadsmiljöförvaltningen i Göteborg Stad kan nå efter implementering av stödsystemen för vinterväghållning
- Besparingar genom minskade personskador tack vare bättre vinterväghållning

Kostnaderna för anskaffning av stödsystemen omfattade Stadsmiljöförvaltningens årliga licenskostnader för stödsystemen, årliga kostnader för systemförvaltning samt årliga kostnader för utbildning av systemanvändare och personalen.

För uppskattningen av omfattningen av besparingarna har erfarenheter från Trafikverkets FOI-projektet Road Status Information (RSI), då det inte var möjligt att realisera några besparingar efter två års demonstrationsprojekt. Besparingar för Stadsmiljöförvaltningen beräknades utifrån besparingar i produktionskostnader för vinterväghållningsåtgärder med 3–6%, som enligt

Trafikverkets FOI-projekt *Digital Vinter* kan nås vid en eventuell implementering av digitalt stödsystem för vinterväghållning. En annan besparing som togs med i beräkningarna var besparing i saltförbrukning som enligt Trafikverkets FOI-projekt RSI kan vara upp till 5%.

Besparingar kopplade till minskad risk för personskador som kan nås med en effektivare vinterväghållning beräknades baserat på olycksstatistiken som hämtades från trafikolycksdatabasen -STRADA. Den statistiska sammanställningen omfattade olyckor som skedde till följd av halka och dåligt vinterväglag under vintrarna 2021/2022 och 2022/2023. Besparingar kopplade till olyckor uppskattades att vara mellan 1–20% då det är svårt att förutse hur många olyckor som kan förebyggas med en effektivare vinterväghållning.

Indirekta besparingar som beror på bättre framkomlighet, mindre störningar i trafiken och långsiktig påverkan på miljön togs ej med i beräkningarna. Dessa kan dock ha en stor påverkan på samhällsnyttan.

Det är värt att nämna att realiseringen av kostnadsbesparingar som har använt i kostnadsnyttoanalysen förutsätter en komplett implementering av det nya arbetssättet för vinterväghållning ihop med det digitala stödsystemet som har demonstrerats i projektet.

4.2.3 Resultat arbetspaket 2

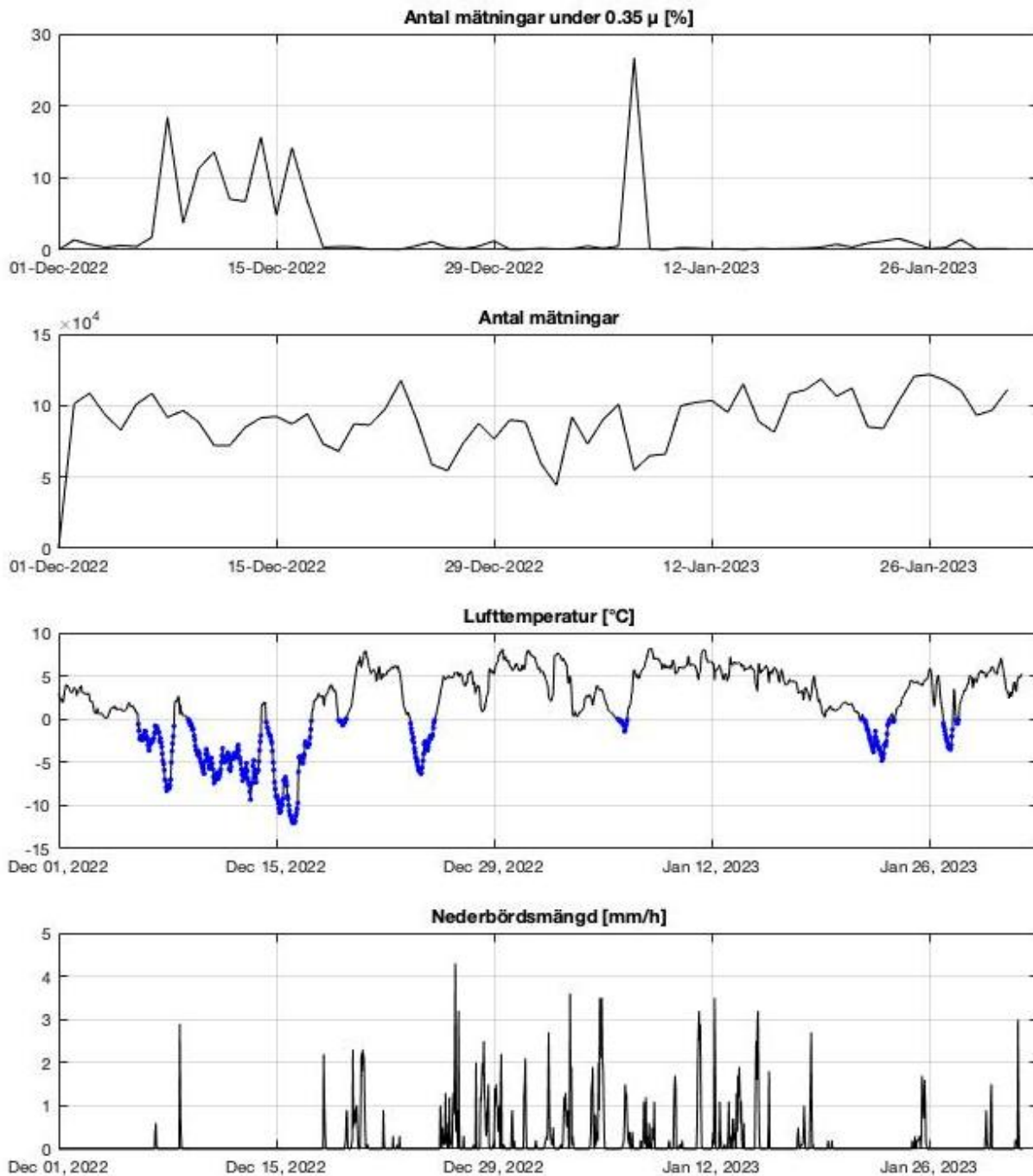
4.2.3.1 VALIDERING AV FRIKTIONSDATA

För valideringen av hur lämpligt friktionsdata är för uppföljning av väglag och vinterväghållning studerades friktionsmätningar närmare under vintern 2022/2023. b) nedan visar att antalet friktionsmätningar per dag varierar mellan 5 000 – 10 000 på det kommunala saltvägnätet. Detta bekräftar att friktionsmätningar som görs med uppkopplade fordon ger ett bra underlag för uppföljning av vinterväghållning och väglag.

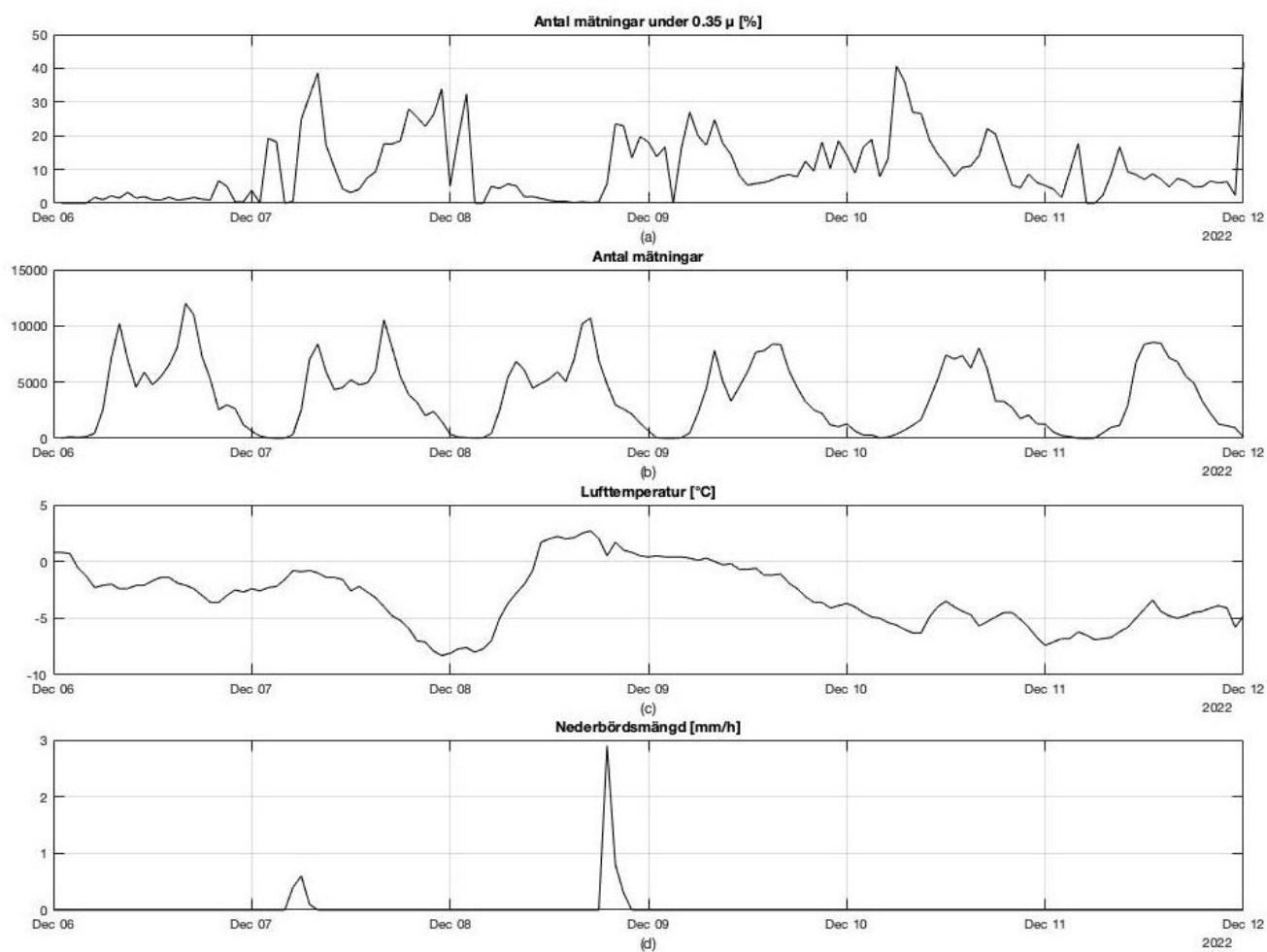
Figur 9 a) visar andelen mätningar under $0,35 \mu$ per dag uttryckt i procent. Friktionsvärdet $0,35 \mu$ är det lägsta godkända värdet enligt Trafikverkets krav. Genom att presentera friktionsdata på detta sätt ges en snabb överblick över hur väglaget har sett ut under den perioden som önskas studeras. Särskilt intressant är två perioder: den första från 6–16 december 2022 och den andra den 6 januari. c) visar lufttemperaturen från SMHI:s mätstation i Göteborg, minusgrader är markerat med blått. Figur 9 d) visar nederbördsmängden dagligen under perioden, här kan man se att vid det första värdeutfallet är det knappt någon nederbörd medan under det andra värdeutfallet är det en större mängd nederbörd som kommer.

Figur 10 visar samma resultat som Figur 9, men under en kortare period med timmesupplösning i stället för dagsupplösning. Här syns tydligt hur andelen mätningar under $0,35 \mu$ varierar under dygnet. Det är fler mätningar under kväll, natt samt tidig morgon och färre under dagen när solen och trafiken värmer upp vägbanan. I b) kan vi också se variationen i antalet mätningar, där det knappt inrapporterats några mätningar alls under natten (00:00-04:00). Denna figur visar även en tydlig

korrelation mellan högre värden under $0,35 \mu$ och minusgrader, men ingen korrelation med nederbörd. Detta kan vara effekten av en återfrysning som har fångats med fordonsdata då vägarna vara blöta.



Figur 9: a) Antal mätningar under $0,35 \mu$ i % b) Antal mätningar c) Lufttemperatur d) Nederbördsmängden för perioden 1 december 2022 till 31 januari 2023.



Figur 10. a) Antal mätningar under 0,35 μ i % b) Antal mätningar c) Lufttemperatur d) Nederbördsmängden under perioden 6–12 december 2022.

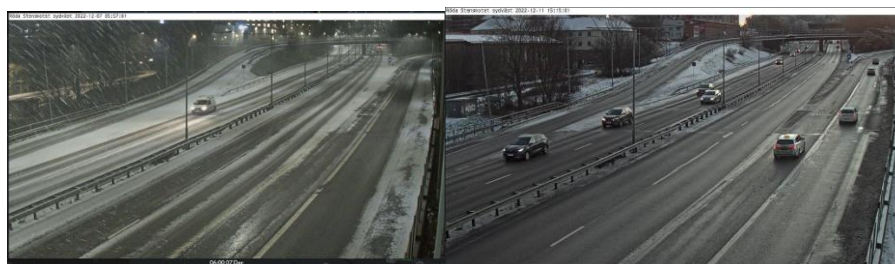


Bild 1. Bilder från Göteborg tagna 7 och 11 december 2022. I den vänstra syns tydligt snö på vägen medan i den högra upptorkande vägbana.

Den vänstra fotot i Bild 1 visar Oscarsleden i Göteborg i början av ett väderutfall där det tydligt syns snö på vägen, vilket förklarar de höga andelen värden under 0,35 μ , se Figur 10 a) Bilden till höger visar att snön har smält och vägbanan torkar upp, vilket förklarar de sjunkande andel låg friktion, i figur 10a). Viktigt att notera att det alltid kommer att finnas en liten andel värden under 0,35 μ , trots att vädret inte orsakar någon halka. Detta beror på att låg friktion kan orsakas även av till exempel

löst grus, vattenplaning och dylikt. I detta projekt har den andelen uppskattats till cirka 3-4 % av de uppmätta värdena under 0,35 μ .

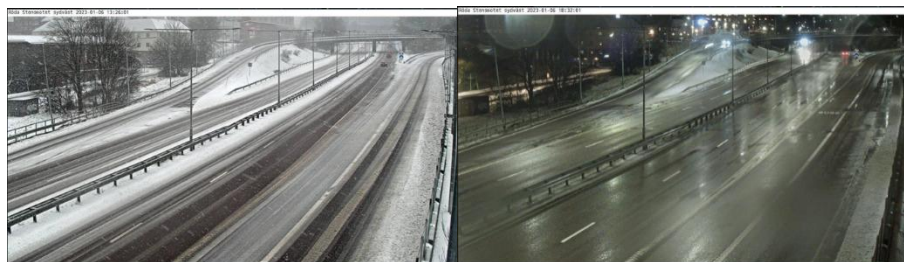
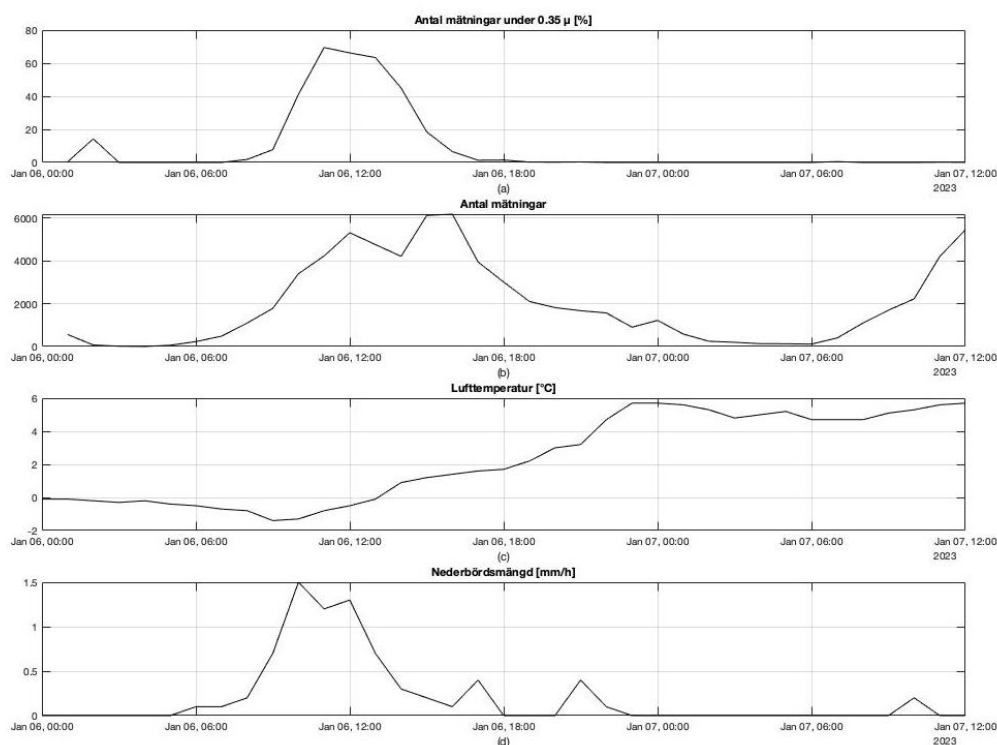


Bild 2. Bilder från Göteborg tagna 6 januari 2023. I den vänstra syns tydligt snö på vägen medan i den högra blöt vägbana.

Bild 2 visar bilder från den 6 januari 2023 där vi också ser en tydlig topp i Figur 11 d) detta beror på att ett snöväder drar in över det aktuella området, men då temperaturen ökar till plusgrader under dagen så smälter snön och halkan försvinner. Detta syns tydligt även i Figur 11 a) där det går att se att andelen låg friktion ökar vid snöfallet under förmiddagen för att sedan minska till kvällen.

De slutsatser som kan dras från dessa resultat är att friktionsmätningar med uppkopplade fordon fungerar bra för att detektera när olika väder skapar halka. Friktionsdata fungerar också bra som underlag för en objektiv metod för uppföljning av vinterväghållning med en hög täckningsgrad då det tydligt går att följa hur halka utvecklar sig.

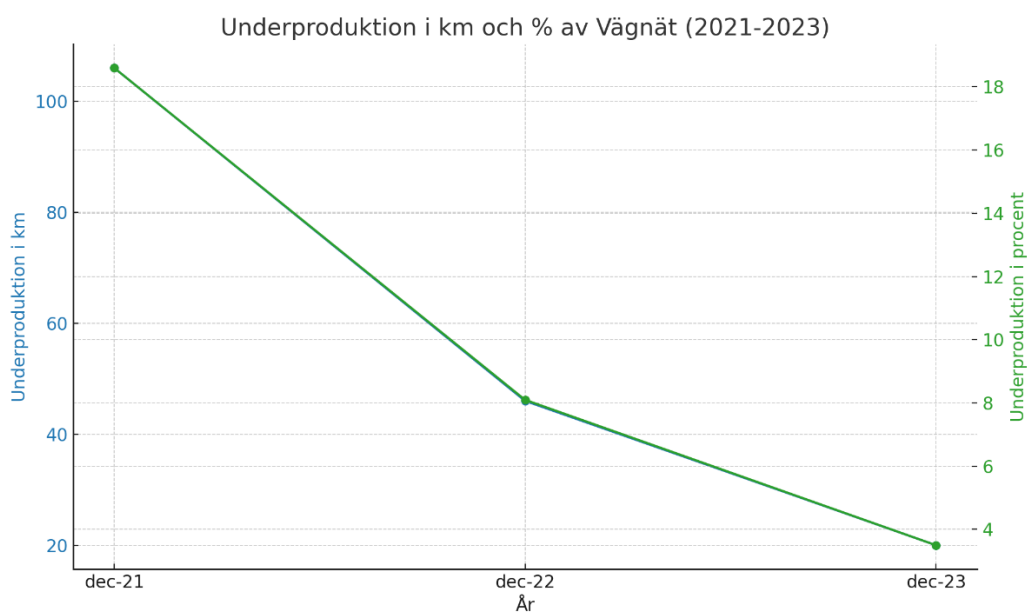


Figur 11. a) Antal mätningar under 0,35 μ i % b) Antal mätningar c) Lufttemperatur d) Nederbörds mängden under perioden 6 januari 2023.

Resultatet från valideringen av friktionsdata, visar att denna metod effektivt kan användas för att identifiera halt väglag i samband med olika väderförhållande. Dessutom kan friktionsdata användas för att följa upp de åtgärder som utförts av vinterväghållningen.

4.2.3.2 UNDERPRODUKTIONS-KPI

Underproduktions KPI:et visar att förekomsten av halka på saltvägnätet i Göteborgs Stad mer än halverades mellan 2021 och 2023, Figur 12. Detta betyder att vinterväghållningen har förbättrats med mer än 50% efter två vintrar och med 80% under hela demonstrationsprojektet. Detta bekräftas av att antalet inkommande ärenden relaterade till vinterväghållningen i stadens ärendehanteringssystem minskades med 47% under projektet. Resultatet bekräftar att användningen de digitala stödsystemen för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållning har gett den förväntade effekten. Det gick dock inte att avgöra hur stor andel av klagomålen var kopplade till saltvägnätet inom demonstrationsprojektet. Minskningen av klagomål berodde troligen även på flera andra faktorer utöver användningen av de digitala systemen, såsom bättre uppföljning av kontraktkraven och leveranser i vinterväghållningskontrakten och mildare vinter.



Figur 12. Underproduktion över december tre år i rad.

Detta KPI visar att det nu finns ett sätt att mäta hur effektiv vinterväghållningen är, vilket innebär att det för första gången är möjligt att arbeta med förbättringsarbete och kostnadseffektivisering på ett strukturerat sätt. Detta gör det möjligt att samla in och analysera data över tid, vilket ger en tydligare bild av hur olika insatser påverkar vägförhållandena.

4.2.3.3 KOSTNADSNYTTOANALYS

Interferensmatrisen i tabell 3 visar på resultatet av kostnadsnyttoanalysen. Besparingarna av produktionskostnaderna är inte signifikanta för Göteborgs Stad, men den största vinsten ligger i samhällsnyttan. En effektiv vinterväghållning bidrar till betydande besparingar genom att minska

antalet olyckor. Detta leder inte bara till färre personskador och mindre lidande, utan också till minskade kostnader för sjukvård, räddningstjänst och trafikstörningar. Därmed har en bra vinterväghållning en stor positiv inverkan på både individens säkerhet och stadens ekonomi.

Tabell 3. interferensmatris av kostnadsnyttoanalysen

Kostnad-nytta (kr/år)		Besparing i produktionskostnader för Stadsmiljöförvaltningen			
		3%	4%	5%	6%
Samhällsnyttor	1%	14 200 000	14 300 000	14 500 000	14 600 000
	5%	68 500 000	68 700 000	68 800 000	69 000 000
	10%	136 700 000	136 600 000	136 700 000	136 900 000
	15%	204 300 000	204 500 000	204 600 000	204 800 000

Det kan vara svårt att få fram exakta siffror på hur mycket de nya digitala systemen påverkar effektiviteten av vinterväghållningen. Men med hjälp av data från uppkopplade fordon och andra digitala verktyg som demonstrerats i projektet har åtgärderna och uppföljningen av kravuppfyllelse nu blivit mätbara. Detta är ett betydande framsteg, eftersom detta är det första steget mot att kontinuerligt kunna utföra förbättringar och effektiviseringar. Genom att analysera denna data kan mönster och trender identifieras, vilket gör det möjligt att optimera resursanvändningen och förbättra insatserna i realtid. På så sätt kan Göteborg Stad inte bara öka effektiviteten i vinterväghållningen, utan också höja säkerheten och minska kostnaderna på lång sikt.

Det är värt att nämna att besparingarna i produktionskostnader är teoretisk beräknade utifrån erfarenheter från TRVs FOI-projekt RSI.

4.3 Arbetspaket 3 - Beskrivning av anpassningsbehov i IT-miljö för integrering av data och stödsystem

4.3.1 Syfte

Arbetspaketet syftade till att beskriva Stadsmiljöförvaltningens behov av digital vinterväglagsinformation och andra digitala stödsystem för vinterväghållning på kort och lång sikt. Arbetspaketet omfattade också aktiviteter som beskrev de nödvändiga anpassningar som Stadsmiljöförvaltningen behövde genomföra i sitt IT-system. Detta för att kunna ta emot, analysera och visualisera stora mängder av information som är nödvändig för planering, genomförande och uppföljning av en hållbar och effektiv vinterväghållning. Arbetspaketet omfattade huvudsakligen följande leveranser:

- Beskrivning av Stadsmiljöförvaltningens behov av digital vinterväglagsinformation
- Beskrivning av möjliga lösningar för hur friktionsdata och andra digitala väglagsinformation kan kopplas in i Stadsmiljöförvaltningens befintliga IT-lösningar.
- Beskrivning av en kravspecifikation ur ett IT-perspektiv för friktionsdata och andra väglagsdata.
- Analys av juridiska aspekter avseende ägandet och tillhandahållandet av friktionsdata.

4.3.2 Arbetsmetod

För arbete med leveranserna i arbetspaket 3 skapades en tvärfunktionell arbetsgrupp med representanter från IT-avdelningen och Drift- och underhållsavdelningen på Stadsmiljöförvaltningen. Arbetspaketet initierades med en workshopserie som arbetsgruppen genomförde. Personer från ett antal utvalda målgrupper inom organisationen deltog, i syfte att kartlägga Göteborgs Stads behov av digital vinterväglagsinformation och stödsystem på kort och lång sikt. Vidare genomfördes en marknadsundersökning för att identifiera i vilken omfattning den efterfrågade väglagsinformationen kunde tillgodoses av befintliga system eller lösningar som fanns tillgängliga på marknaden.

Efter kartläggningen analyserade arbetsgruppen olika möjligheter för integrering av tillgängliga väglagsinformation i Göteborgs Stads befintliga IT-miljö. Vidare utvecklades en testmiljö för att demonstrera integreringen av väglagsinformation i Stadsmiljöförvaltningens befintliga IT-miljö. Arbetsgruppen tog fram en uppskattning av omfattning och kostnader för en fullskalig integrering av väglagsinformation i den befintliga IT-miljön.

Fördelar och nackdelar för en fullständig integrering av väglagsinformation i Stadsmiljöförvaltningens IT-miljö identifierades och jämfördes med en alternativ lösning där Stadsmiljöförvaltningen skulle kunna köpa licenser för befintliga stödsystem, inklusive analyser och visualisering av information, utan behov av integrering av data i eget IT-system och utveckling av eget användargränssnitt.

4.3.3 Resultat

4.3.3.1 BESKRIVNING TRAFIKKONTORETS BEHOV AV FRIKTIONSDATA OCH VÄGLAGSINFORMATION

För att planera, genomföra och följa upp vinterväghållningen hade Stadsmiljöförvaltningen behov av olika typer av information. Behovet varierade beroende på arbetsuppgift: planering, genomförande eller uppföljning. Väderprognoser är centrala vid planering av arbetet eftersom åtgärdstiden för en åtgärd ligger på ca 3,4 timmar. Det innebär att besluten kring val av åtgärd och timing måste tas på prognoser och inte befintliga förhållanden. För uppföljning krävs data om väderutfall, vidtagna underhållsåtgärder och friktionsmätningar från trafikerade vägar. Denna information är nödvändig för att bedöma effektiviteten av vinterväghållningen. För planering, utförande och uppföljning av åtgärderna är hastigheten för insamlingen av information av stor vikt, medan för analys av verksamheten är insamlingshastighet inte lika viktig.

Inom detta arbetspaket var fokus på Stadsmiljöförvaltningens behov av väglagsinformation för planering, genomförande och uppföljning av vintervägunderhåll. I detta identifierades och beaktades behov av väderdata, friktionsdata, halkbekämpningsåtgärder och trafikflödesinformation. Behovet av friktionsdata för andra tillämpningar, såsom trafikledning och trafiksäkerhet, hanterades inte i

projektet. Detta berodde på att de ansvariga avdelningarna inte identifierade eller lyfte några tydliga behov eller tillämpningar för dessa områden.

Inom arbetspaketet identifierades följande behov av information:

- Data för prognostisering av väglag med hög upplösning i tid och rum från;
 - vägytetemperatur
 - lufttemperatur
 - daggpunktstemperatur
 - väglag
 - lagertjocklek för vatten/is/snö
 - nederbördsintensitet och ackumulerad nederbörd
 - molnighet
 - restsalt
- Data om vinterväghållningsåtgärder som till exempel;
 - Start- och sluttid för vinterväghållningsåtgärder
 - Typ av vinterväghållningsåtgärder
 - Information om förbrukat material så som, salt och sand
 - GPS-data för planering, spårning och optimering av vinterväghållningsåtgärder
- Friktionsdata insamlad via uppkopplade fordon (FCD) med möjligheten att sätta olika tröskelvärden för vägfriktion.

4.3.3.2 BESKRIVNING AV MÖJLIGA LÖSNINGAR FÖR HUR FRIKTIONSDATA OCH ANDRA DIGITALA VÄGLAGSINFORMATIONER KAN KOPPLAS IN I STADSMILJÖFÖRVALTNINGENS BEFINTLIGA IT-LÖSNINGAR.

För att utvärdera och validera nyttan av digital vinterväglagsinformation för effektivisering av kommunal vinterväghållningsverksamhet, utgick projektet ifrån de system som redan var etablerade hos Stadsmiljöförvaltningen. Dessa var: Qlik Sense, Zeekit (åtgärdsdata) och "Trafikdata".

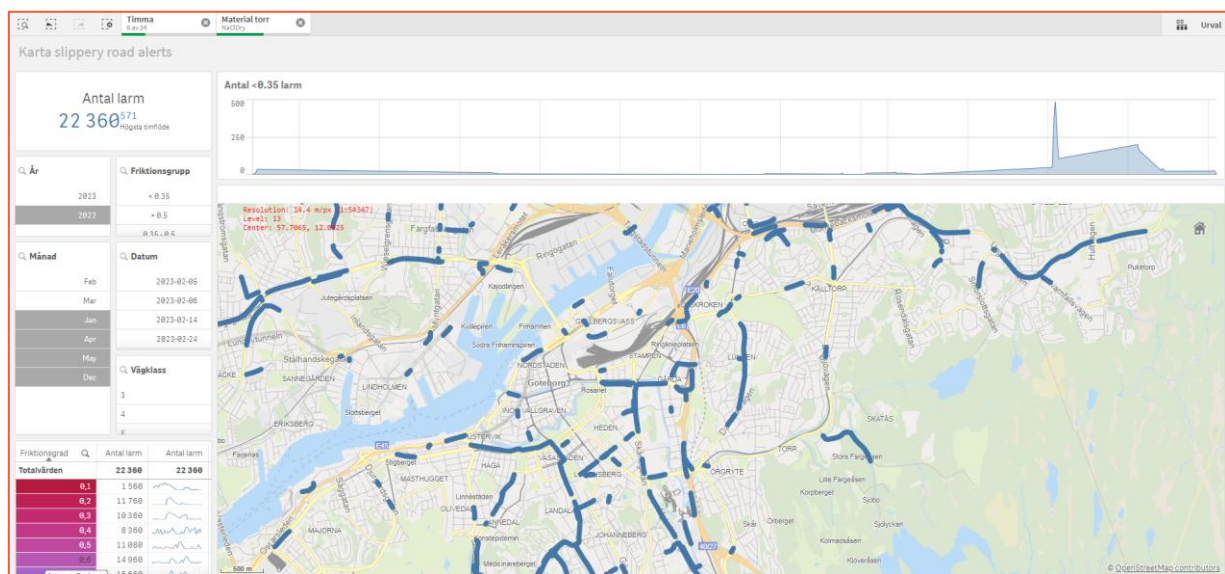
Inom projektet byggdes en IT-demonstrator i syfte att förstå vilka anpassningar och vilken typ av utveckling som krävdes för att uppnå projektets mål med befintliga system och komponenter. Demonstratorn aggregerade information från olika källor, i kombination med ny information, för att testa en uppföljning av vidtagna åtgärder.

Stadsmiljöförvaltningen valde att i första hand utvärdera användningen av sitt nuvarande system, Qlik Sense, inom ramen för projektet.

Inom projektet skapades en projektspecifik demonstrator, kallad "App Vinterväg", för att testa och utvärdera olika åtgärder. Lösningen byggdes i Qlik Senses plattform, där skraddarsydda lager kopplades till respektive datatyp och leverantör. Stadsmiljöförvaltningen tog emot data genom tre olika metoder: API tillhandahållet av leverantörerna, xls-filer samt via en QlikView-app i Qlik Sense.

Qlik Sense är en ledande plattform för dataanalys och visualisering, utvecklad av företaget Qlik. Den används inom olika branscher och verksamhetsområden för att analysera och visualisera data från olika källor. Plattformens flexibilitet och skalbarhet gör det möjligt att anpassa den efter specifika behov och datamodeller. Qlik Sense kan hantera stora datamängder och integreras med befintliga IT-system och datakällor.

Till demonstratorn importerades friktionsdata (slippery road alerts) från NIRA, halkbekämpningsåtgärder från Zeekit, lufttemperatur från SMHI samt trafikflödesinformation från Stadsmiljöförvaltningens system "Trafikdata", figur 13 och 14.



Figur 13. Urklipp ur Trafikkontorets testmiljö i system Qlik Sense - Uppmäta friktionsvärden visualiseras på kart (Bild: M Wallin)



Figur 14. Urklipp ur Trafikkontorets testmiljö i system Qlik Sense – Kombination av friktion, trafikflöde, åtgärd och temperatur (Bild: M Wallin)

Arbetsgruppen såg det som en stor fördel att i framtiden ha ett gemensamt verktyg som kunde täcka samtliga behov för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållning. Med ett sådant verktyg skulle data kunna aggregeras och visualiseras på en och samma plattform, vilket skulle innebära att användarna på Stadsmiljöförvaltningen skulle kunna använda samma verktyg för att hantera olika behov. Detta skulle inte bara förenkla arbetsprocesserna, utan även förbättra effektiviteten och öka möjligheterna för samordning och samarbete. Genom att ha all relevant information samlad på ett ställe, skulle beslutsfattandet bli snabbare och mer välgrundat, vilket i sin tur skulle leda till bättre resultat för vinterväghållningen.

Det fanns två olika lösningar att överväga för hantering av ett nytt system: en intern lösning eller en extern lösning.

Den interna lösningens fördelar var att den kunde skräddarsys och integreras med annan information hos Stadsmiljöförvaltningen, såsom olycksdata och trafikvolymmer. Den erbjöd också större öppenhet för leverantörsmarknaden eftersom Qlik Sense byggde på standardiserade lösningar för dataimport och konvertering. Emellertid hade Stadsmiljöförvaltningens befintliga IT-lösningar begränsningar som gjorde att det befintliga Qlik Sense-systemet krävde omfattande utveckling för att bli en komplett systemlösning. För att kunna hantera planering, genomförande och uppföljning i ett och samma system, krävdes betydande anpassningar och förbättringar.

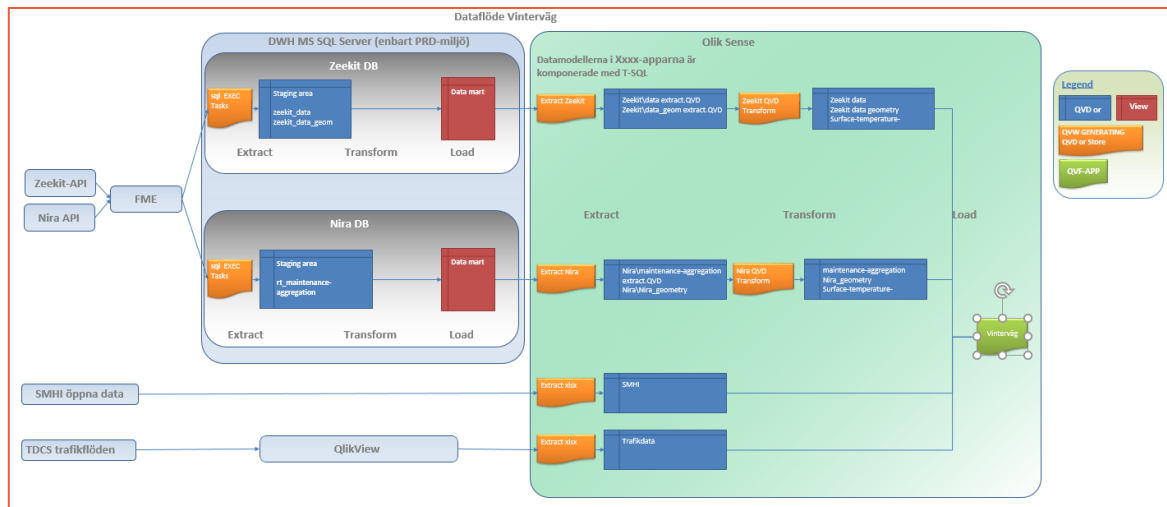
Den externa lösningen hade fördelen av att använda en tredjepartsleverantör som kontinuerligt utvecklar sin produkt. Denna lösning skulle ge Stadsmiljöförvaltningen möjlighet att ta del av innovationer och utvecklingar samt tillgång till senaste tillgängliga stödsystem. Å andra sidan skulle en extern lösning kunna medföra utmaningar och begränsningar när det gäller tillgång till rådata från olika leverantörer. Dessutom kunde Stadsmiljöförvaltningens specifika behov av anpassningar bli kostsamma och svårare att få prioriterade av leverantören.

Både den interna och externa lösningen hade sina fördelar och utmaningar som noggrant behövde övervägas för att välja den bästa vägen framåt.

4.3.3.3 BESKRIVNING AV EN KRAVSPECIFIKATION UR ETT IT-PERSPEKTIV FÖR FRIKTIONS- OCH ANDRA VÄGLAGSDATA FRÅN FCD

Stadsmiljöförvaltningen har behov av att hantera data och information från flera olika källor, såsom friktions-, temperatur-, trafikflödesinformation samt åtgärdsdata.

För att importera data till Qlik Sense används FME (Feature Manipulation Engine) för datakonvertering, vilket ger stor flexibilitet när det gäller olika format. FME stöder över 450 applikationer, format och standarder. För dataladdning använder Qlik Sense sitt inbyggda ETL-stöd (Extract, Transform & Load), figur 15. Datat lagras i en SQL databas där lagringskapacitet behöver anpassas i takt med de ökande datamängderna, tabell 4.



Figur 15. Illustration av dataflöde demonstrator ”App Vinterväg” Qlik Sense Bild: J.Lindberg

4.3.3.4 ANALYS AV JURIDISKA ASPEKTER AVSEENDE ÄGANDE OCH TILLHANDAHÅLLANDE AV FRIKTIONSDATA

En av utmaningarna som identifierades i projektet var att fastställa vem som äger data från de digitala systemen, samt vilka rättigheter och begränsningar som gäller för deras användning och delning - särskilt när flera intressenter eller samarbetspartners är inblandade. Som organisation måste en kommun uppfylla de krav som fastställs i GDPR för att skydda personuppgifter. Detta innebär att dataskyddsförordningen måste följas vid insamling, lagring, bearbetning och delning av personuppgifter. Att säkerställa att alla relevanta processer och system är GDPR-kompatibla och att det finns adekvata rutiner för hantering av dataskyddsrättigheter för fordonsförare och andra berörda parter kan vara utmanande.

Att säkerställa informationssäkerheten är avgörande för att skydda data mot obehörig åtkomst, dataintrång och missbruk. Utmaningarna när det gäller delning av data är att fastställa lämpliga riktlinjer och avtal för datadelning, inklusive äganderätt och användningsbegränsningar. Det är också viktigt att säkerställa att datadelningen sker i enlighet med gällande regelverk och skydd av personuppgifter.

Myndigheten för Digital förvaltning (DIGG) bistod med information i hanteringen av de juridiska frågorna. Idag saknas gemensamma principer och standarder inom området varför projektet rekommenderar att dessa frågeställningar hanteras vid varje enskilt tillämpningsfall.

Tabell 4. En uppsättning av information som rekommenderas för import av friktionsdata.

Namn	Beskrivning	Typ	Obligatorisk
ID	Unikt Id för mätningen, genereras av dataleverantören.	Textsträng	Ja
Tid	Tid för inrapportering (UTC)	Datum + tid	Ja
Organisation	Inrapporterande organisation	Textsträng	Ja
Position	Position för mätning, latitud samt longitud enligt WGS84.	Sammansatt typ	Ja
MätTyp	Typ av mätning (för att ha stöd för andra typer av storheter) 1 = Friktionsmätning (friktionskoefficient μ)	Heltal	Ja
Antal	Antal mätningar som mätvärdet baserar sig på.	Heltal	Ja
MätVärde	Mätvärde (My)	Flyttal	Ja
MätKonfidens	Leverantörens bedömning av riktighet	Heltal	Ja
MinMätvärde	Lägsta mätvärdet för de som ligger i NumberOfMeasurements	Flyttal	Nej
MaxMätvärde	Lägsta mätvärdet för de som ligger i NumberOfMeasurements	Flyttal	Nej
Standardavvikelse	Standardavvikelse för aggregerat MeasurementValue	Flyttal	Nej
Yttemperatur	Vägytettemperatur (Önskvärt)	Flyttal	Nej

4.4 Arbetspaket 4 - Kravställning inför upphandling av data och stödsystem

4.4.1 Syftet

Det initiala syftet för arbetspaket 4 var att skapa underlag för upphandling av vinterväglagsinformation vars leverans sker via uppkopplade fordon. Under uppstarten av arbetspaketet ändrades Stadsmiljöförvaltningens behov för de digitala verktygen. Från att enbart

omfatta ett beslutsstödsystem för vinterväghållningen till att inkludera en systemlösning som täckte hela behovet för deras drift- och underhållsverksamhets, där vinterväghållningen är en ingående del.

Efter analys av arbetspaket 3 beslutades att i arbetspaket 4 handla upp en komplett systemlösning för planering, genomförande och uppföljning av verksamheterna. Systemlösningen skulle även innefatta ett användargränssnitt som var enhetligt oavsett vem som var leverantör av dellösningarna. Dessutom behövde systemlösningen ha en kraftfull analysförmåga inbyggd.

Det var särskilt prioriterat för Stadsmiljöförvaltningen att få ett integrerat system som kunde hantera alla tre delar i ett enhetligt användargränssnitt. Ett sådant system skulle inte bara förbättra effektiviteten utan också säkerställa att all relevant information var lättillgänglig och sammanhängande, vilket underlättade både operativa och strategiska beslut.

4.4.2 Arbetsmetod

En inledande workshop hölls med berörda parter på Stadsmiljöförvaltningen för att identifiera Stadsmiljöförvaltningens behov av en systemlösning för drift och underhåll. Systemlösningen skulle innefatta hela deras drift- och underhållsverksamhet i syfte att optimera deras leverans av uppdraget. På workshopen deltog representanter från de olika verksamheterna kopplat till vinterväghållning, grönytor samt barmark. Under workshopen inhämtades information för hur stadens behov såg ut för att planera, genomföra och följa upp verksamheten. Efter workshopen kartlades förutsättningar och stödbehov, resultaten användes sedan för att identifiera gemensamma faktorer och viktiga krav för ovan nämnda verksamhetsområden. Det framkom att Stadsmiljöförvaltningen vid denna tidpunkt använde sig av flera olika IT-system för att täcka hela verksamhetskedjan, och att det på vissa områden saknades system för bland annat uppföljning. Det framkom att Stadsmiljöförvaltningen hade behov av att säkerställa sin kostnadseffektivitet och få en väl fungerande verksamhet.

Resultatet från workshopen fungerade även som underlag för en marknadsundersökning som syftade till att bedöma marknadens mognad i förhållande till de krav och önskemål som Stadsmiljöförvaltningen hade framfört. Individuella marknadsdialoger genomfördes med ett flertal aktörer på marknaden, tillsammans med representanter från Stadsmiljöförvaltningen. Dessa dialoger syftade till att samla in information om de olika system och lösningar som fanns tillgängliga på marknaden, eller kunde utvecklas samt hur väl dessa kunde tillgodose förvaltningens behov. Dialogerna utgick från en intervjumall där frågorna redan var förutbestämda.

4.4.3 Resultat arbetspaket 4

Från resultaten av marknadsdialogerna samt workshopen togs ett förfrågningsunderlag fram som bestod av en uppdragsbeskrivning, mall för utvärdering av skallkrav samt en mall för utvärdering av mervärden. Utvärderingsmodellen hade en viktning som vägde samman 60 % skallkrav och 40 % mervärden.

Uppdragsbeskrivningen beskrev de specifika krav och mervärden som systemet förväntades uppfylla. Fokus låg på hur systemet skulle hantera planering, genomförande och uppföljning av uppdrag, anpassat efter de olika rollerna inom Stadsmiljöförvaltningen och deras specifika behov.

Systemet behövde i första hand stödja en noggrann och välgrundad planering, där hänsyn togs till de skiftande krav som de olika verksamhetsområdena inom förvaltningen hade. Vidare skulle systemet säkerställa att genomförandet av uppdragen sker effektivt och i enlighet med de operativa förutsättningarna för respektive roll inom organisationen.

En annan central funktion var uppföljning, där systemet skulle erbjuda avancerade verktyg för att följa upp vägfriktion - vilket är en avgörande faktor för att upprätthålla trafiksäkerheten. Dessutom skulle systemet innehålla funktioner för prognostisering av väder och väglag, vilka är kritiska för att optimera planeringen och genomförandet av underhållsarbeten.

Sammanfattningsvis skulle systemet inte bara hantera de praktiska aspekterna av Stadsmiljöförvaltningens uppdrag, utan även tillgodose de specifika och varierande behoven inom olika delar av verksamheten. Detta ska bidra till en mer effektiv och anpassad hantering av stadens uppdrag och säkerställa högsta möjliga kvalitet i utförandet av uppdragen.

Viktigt för verkställandet av systemet var att se till att där fanns en implementering av systemet i Stadsmiljöförvaltningens befintliga system samt utbildning och support för att säkerställa mottagningen i verksamheten.

4.5 Arbetspaket 5 – Behov av anpassning av verksamhet, organisation och arbetssätt

Målsättningen med arbetspaket 5 var att identifiera ett kostnadseffektivt arbetssätt för vinterväghållningen med hjälp av digitala väglagsprognosverktyg och digitala leveransuppföljningsverktyg. Detta möjliggör ett proaktivt arbetssätt för vinterväghållning som bidrar till att både högre säkerhet och bättre framkomlighet kan uppnås. Arbetssättet att på plats ”se om det är halt” är mycket arbetskrävande och därmed kostsamt. Det var ofta tre personer som fick åka ut till olika platser i staden för att ha en möjlighet att täcka större geografiskt område.

Göteborgs Stads målformulering för vinterväghållning har en generell målformulering.

”Nämnden ska tillgodose invånare, besökares och näringslivets transportbehov, förbättra trafiksäkerheten och minska trafikens miljöstörningar till en nivå som både människor och natur tål”.

Denna målformulering är inte tillräckligt detaljerad för att användas vid tilldelad budget mot ”sammhällesekonomiska kostnader”. Målformuleringen ger en svag vägledning för organisationen som ansvarar för vinterväghållning, vad gäller vilka mål som ska uppnås och vilka krav som skall ställas i

upphandlingar. Det ställs tydliga krav på startkriterier och åtgärdsstid, dock är det oklart vart kraven kommer ifrån eller om de är tvingande.

Osäkerhet kring kraven ledde till att enskilda beredskapshavare ofta ställdes inför svåra beslut. De kunde känna sig tvingade att starta en åtgärd sent för att undvika att köra två rundor, i ett försök att vara kostnadseffektiva och spara pengar, vilket kunde resultera i att en runda sparades in. Det fanns även utmaningar mellan huvudberedskapsorganisationen och de parter inom staden som hanterade kontrakterade vinterentreprenörer som baserades på åtgärds-kriterier. Huvudberedskapen arbetade inte efter några styrande dokument, som angav startkriterier, detta då nämnden inte antagit några sådana. Om beställaren (huvudberedskapen) inte kallade ut entreprenör enligt de angivna startkriterierna, gällde inte prissättningen för dessa åtgärder i enlighet med kontraktet. Detta resulterade i att huvudberedskapsorganisationen var tvungen att ta hänsyn till kontraktsförutsättningar som ytterligare en parameter vid sina beslut. Kunskap och kompetens inom kontraktsadministration har tidigare inte varit nödvändig för huvudberedskapen och saknades därför.

Risken för suboptimering var dock uppenbar, då konsekvensen blev dålig vinterväghållning med ökad risk för halkolyckor. Detta ledde i sin tur till ökade kostnader för samhället, både i form av olyckor och försämrad framkomlighet för bland annat näringslivet och kollektivtrafiken.

Vinterorganisationen vid projektets start utgjordes av en vinterorganisation bestående av en person. Övrig personal lånades in från andra delar av verksamheten under vinterperioden. När drygt halva projektet genomförts valde Göteborgs Stad att göra en omorganisation. För projektet innebar detta bland annat att huvudansvaret för projektet eller vinterorganisationen för Stadens organisation flyttades. Nya personer ingick i styrgrupp och ledningsgrupp som representanter för staden. Projektet var dock väl förankrat i staden, vilket innebar att omorganisationen påverkade projektet i mindre omfattning.

Stadsmiljöförvaltningen i Göteborgs Stad startade upp sin verksamhet 2 januari 2023 som en del i ny organisationsutveckling (NOS). Detta för att uppnå en mer sammanhållen stadsutvecklingsprocess samt en ökad effektivitet och transparens i förhållande till boende, besökare och näringsliv. Denna förvaltning har ett helhetsansvar för stadens offentliga rum och samlade framkomlighet. Deras arbete fokuserar på att skapa tillgängliga, attraktiva och levande stadsmiljöer och naturområden. Dessutom har de ansvar för att vara stadens anläggningsägare. Stadsmiljöförvaltningens sammansättning består framför allt av verksamheter från tidigare Trafikkontoret samt Park- och naturförvaltningen. I Stadsmiljöförvaltningens organisation ansvarar avdelningen Drift och underhåll för ett helhetsansvar för hela skötselutförandet i staden. Detta innebär ett helhetsansvar med både verksamhet i egen regi och som beställare för beställarorganisationen. Det är avdelning Drift och underhåll som står för stadens beredskapsorganisation med uppdrag för vinterväghållning eller andra väderhändelser, samt vid händelse av kris.

4.5.1 Syfte

Arbetspaket 5 syftade till att identifiera de nödvändiga anpassningar som Stadsmiljöförvaltningen behöver genomföra bland annat affärsmodell, regelverk, organisation, för vinterväghållningsverksamheten. Arbetet skapade förutsättningar för implementering och nyttorealiserings. Med moderna digitala stödsystem för vägväderprognos, produktionsstyrning och uppföljning av åtgärder kunde vinterväghållningen förbättras och effektiviseras.

4.5.2 Arbetsmetod

Arbetet inleddes med en workshop med representanter från de verksamheter som bidrog med personal samt de som ingick i huvudberedskapen. Den personal som var verksam i vinterväghållningen fick en inledande presentation av de digitala verktygen och sedan en mer grundlig utbildning i dem. Det presenterades hur de digitala verktyg använts i andra relevanta verksamheter. Vidare lyftes också behov av en helhetssyn på verksamheten som skulle optimeras, så att det nya arbetssättet inte påverkade de enheter negativt som lånade ut personal. Det utarbetades en början till vision för hur de digitala verktygen kunde användas som hjälpmedel för staden. Arbetet togs vidare i en arbetsgrupp bestående av representanter från huvudberedskapsgruppen och arbetsledningen. Denna grupp hade möten ungefär var tredje vecka inför och under vinterperioden. Denna grupp övergick naturligt succesivt i arbetet med implementering av de digitala verktygen som var arbetspaket 6. En förutsättning som från början var beslutad var att huvudberedskapen skulle ansvara för väderbevakningen och ta beslut om vilka åtgärder som skulle göras inom vinterväghållningen i hela staden.

4.5.3 Resultat arbetspaket 5

Utifrån tidigare erfarenheter av att upphandla vinterväghållning bedömde Stadsmiljöförvaltningen att staden själva skulle besluta om vilka åtgärder som skulle utföras och när. Med denna insikt utvidgade Stadsmiljöförvaltningen huvudberedskapens ansvar, som tidigare bara innefattade utkallning av enheter för saltvägnätet men nu även skulle inkludera entreprenörer för vinterväghållning på flisvägnätet. Saltvägnätet inkluderar de mest trafikerade vägarna och kollektivtrafiklederna, medan flisvägnätet täcker bland annat bostadsgator. Genom att ta ett större ansvar för både beslut och genomförandet av vinterväghållningsåtgärderna kunde Stadsmiljöförvaltningen säkerställa en mer kostnadseffektiv och planerad hantering av stadens vägnät under vintern. De digitala verktygen möjliggjorde ett större och mer omfattande uppdrag då de presenterade information och beslutsunderlag samlat och överskådligt.

Införandet av digitala verktyg för beslutstöd och leveransuppföljning innebar nu förändrade krav på de olika rollerna i vinterorganisationen. Det krävdes både digital kompetens och mognad, samtidigt som vissa roller som tidigare saknat arbetsledande ansvar nu fick detta tillägg. Huvudberedskapsgruppen blev den mest påverkade gruppen, då deras ansvar utökades från att omfatta besluta om åtgärder och resurserhantering för saltvägnätet till att även innefatta flisvägnätet.

Denna förändring blev betydande eftersom flisvägnätet följer andra åtgärds-kriterier och en annan prioriteringsordning för insatser.

Huvudberedskapens arbete med saltvägnätet saknade tidigare specifik uppföljning och leveranskontroll. Uppföljning skedde enbart på en aggregerad nivå, genom att observera mängden inköpt salt och de årliga kostnaderna. Kunskapen om resultat och effekter av enskilda metodval och tid för åtgärd var därför begränsad och systematiskt förbättringsarbete saknades, vilket ledde till etablering av felaktiga föreställningar om effektiva metoder. Detta kan ha bidragit till en viss negativ inställning till förändringsprocessen hos huvudberedskapens medlemmar. Även om de sannolikt såg nyttan av det nya arbetssättet för organisationen som helhet, kan förändringarna ha upplevts som potentiellt negativa för dem personligen. Inarbetade uppfattningar om vilka metoder som är mest effektiva ifrågasätts när effekterna av alternativa åtgärder mäts enligt de nya arbetssätten. Stadsmiljöförvaltningens organisation hade en låg mognadsgrad och kunskap i kvalitetssäkring och vilka rutiner och arbetssätt som krävdes. Användandet av arbetsbeskrivningar och checklistor var inte utbrett i organisationen. Information och verifikation om vad och när åtgärder utfördes, kommunicerades ofta i gemensamma chattar eller liknande. Ett digitaliserat arbetssätt bygger på strukturerade rutiner och kunskap i organisationen kring hur de skall användas. Här krävdes en kompetensförflyttning av Stadsmiljöförvaltningens berörda verksamheter.

Analyserna från detta arbetspaket med syfte att utveckla en bättre och mer kostnadseffektiv vinterväghållning i Göteborgs Stad kom fram till följande grundteser:

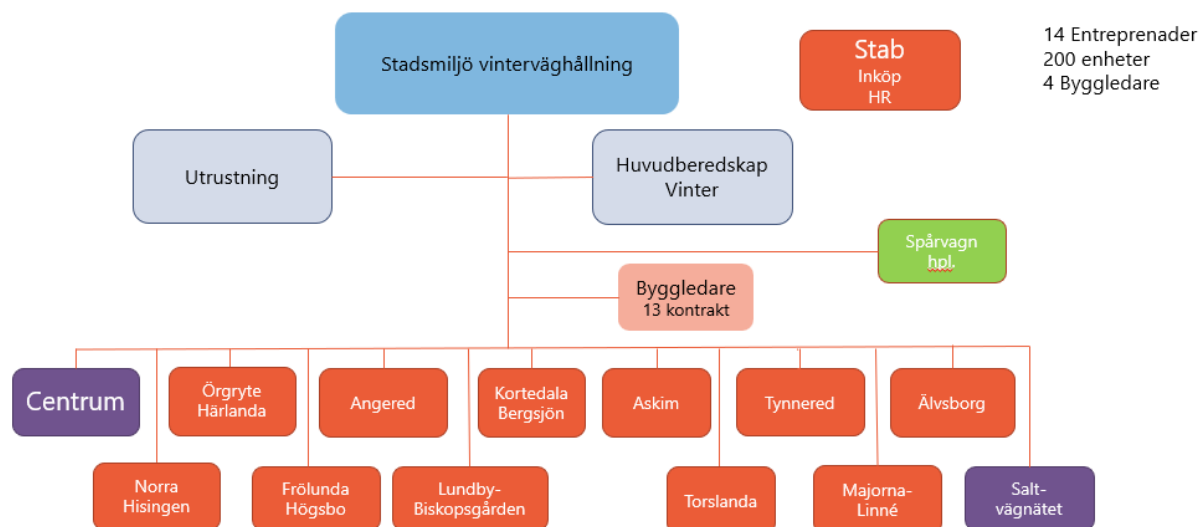
- Specialisering inom alla roller
- Huvudberedskapen ska ha tillgång till marknadens bästa beslutsstödsystem
- Digitala verktyg ska användas för produktionsstyrning och uppföljning av verksamheten för effektivitet, kvalitet och spårbarhet.
- Verksamhetsuppföljning med hjälp av nyckeltal och KPI används för att mäta prestanda efter förbättringsåtgärder.
- Systematiskt förbättringsarbete för vinterväghållningen

Ett högt prioriterat område i specialiseringen är att dela upp huvudberedskapen i tre specialiserade roller:

1. Väderbevakning och beslutsfattande om åtgärd.
2. Genomföra och följa upp beslut om åtgärd vad gäller saltentreprenaden.
3. Lasta salt på saltningsenheter och saturator, samt sköta etablering.

Rollerna 1 och 2 har samma krav på kompetensprofil och individer växlar rollerna sinsemellan. Rollen 3 är en ren maskinkompetensroll där kunskap i de digitala beslutsstödsystemen inte finns.

Staden har två kategorier av entreprenader, en för saltvägnätet och en för flisvägnätet. Saltvägnätet arbetsleds och följs upp av huvudberedskapen. Flisvägnätet som indelas i 13 entreprenader arbetsleds av respektive entreprenör och följs upp av bygglidare.



Figur 16: Vision för Stadsmiljöförvaltningens organisation för drift och underhållsverksamheten

Verksamheten behövde också etablera ett systematiskt förbättringsarbete vilket skapades i tre nivåer:

1. På individnivå. Vad blev resultatet av enskilda beslut och val i realtid. Personlig erfarenhetsåterföring och kompetenshöjning.
2. På gruppnivå. Varje vecka hölls ett kortare möte där erfarenheter av veckans arbete diskuteras. Som underlag finns uppföljning av mätningar och KPI. Individer delar med sig av erfarenhet.
3. Ett arbetssätt med säsongshjul etablerades. Vid säsongsavslut sammanställs olika nyckeltal på aggregerad nivå som ligger till grund för strategiska beslut. Det kan liknas vid "Ledningens genomgång" från ISO 9001.

Generellt sett omvandlades huvudberedskapsorganisationen från att vara en grupp som arbetade reaktivt på fysiska förhållanden till en proaktiv arbetsledande funktion, enligt visionen för Stadsmiljöförvaltningens organisation, se figur 16. Huvudberedskapsorganisationen hämtade nu beslutsunderlag från digitala beslutsstödsystem, vilket blev en stor förflyttning i krav på kompetensprofil för personalen i huvudberedskapen. Personalen som bemannade huvudberedskapen hämtades från början från yrkesarbetarna. Flertalet av dem hade varken valt att vara arbetsledare eller hade den erfarenheten, kompetensen eller viljan att vara digitala. Det fanns dock många i gruppen som med kompetensutveckling och rätta förutsättningar mycket väl kunde bära de arbetsuppgifter och ansvar som den nya organisationen krävde av rollen.

4.6 Arbetspaket 6 - Implementering

4.6.1 Syfte

Arbetspaket 6 syftade till att realisera och implementera resultatet från arbetspaket 5. Detta gjordes genom att införa de visioner och nödvändiga anpassningar som identifierades med avseende på arbetssätt, organisation och verksamhet för vinterväghållningen.

4.6.2 Arbetsmetod

I arbetspaket 5 utarbetades en vision av hur Stadsmiljöförvaltningen skulle kunna effektivisera vinterväghållningen i staden. Målet för arbetspaket 6 var att förflytta organisationen från det arbetssätt man utgick ifrån till visionen. Denna förflyttning kartlades genom att genomföra en GAP-analys. När GAP-analysen var genomförd startades en SWOT-analys där det sammanställdes aktiviteter till en handlingsplan. Handlingsplanen förankrades och godkändes av styrgruppen innan implementering.

För att organisationen skulle få fördjupad kunskap och erfarenhet av de digitala verktyg som planerades att införas, gjordes verktygen tillgängliga under de två första vintersäsongerna. Detta skedde parallellt med de meteorologitjänster som köptes in från SMHI och befintliga rutiner. Organisationens medarbetare fick utbildning och vägledning i de nya verktygen genom traditionell undervisning hos leverantörerna. Dessutom genomfördes så kallade fokusveckor, där man varje morgon följde upp prognoser och tidigare åtgärder för att se hur dessa speglades i de digitala verktygen.

Framför allt möjliggjorde och krävde produktionsstyrning- och leveransuppföljningsverktygen en stor anpassningsförmåga till verksamheten. Denna anpassning skedde genom ett agilt arbetssätt. Varje vecka hölls uppföljningsmöten med en arbetsgrupp av representanter från huvudberedskapen, bygglidarna och arbetsledningen med leverantörerna av de digitala verktygen. Här diskuterades behov och möjligheter från verksamheten och möjligheten att anpassa verktygen till dem. Efter en säsong bedömdes att anpassningarna i huvudsak var färdiga och efter detta samlades uppdateringar till säsongstart. Det var ett personalintensivt arbetssätt men det gav ett anpassat verktyg och delaktighet/engagemang hos personalen.

4.6.3 Resultat arbetspaket 6

4.6.3.1 ANPASSNING AV ORGANISATION OCH VERKSAMHETEN

GAP-analysen formulerade ett "önskat läge" för organisationen med en tydlig struktur som omfattade både beställar- och utförarorganisationen. Inom huvudberedskapsgruppen identifierades specifika roller för att tydliggöra ansvarsfördelningen. Vinterledare och pådragsledare föreslogs arbeta i team där de skulle växlar roller, och dela en gemensam kompetensprofil. För materialförvaltaren definierades däremot en separat kompetensprofil med fokus på praktiska färdigheter. Dessa nya arbetssätt och rollerbeskrivningar förankrades och förhandlades i facklig samverkan, vilket lade grunden för en stabil implementering i organisationen.

- Vinterledare

Bevakar vägväder och beslutar om åtgärder.

- Analys- och uppföljning av väder, meteorologi.
- Resultatuppföljning av utförda åtgärder för en lärande organisation.
- Spetskompetens meteorologi och vintermetod och teknik.

- Svarar media på väderläget och planerade/utförda åtgärder.
 - Dokumentera/kommunicera besluten till berörda.
 - Vädret bevakas hela dygnet. Vid stabilt vädermässigt lugnt väder och trygg prognos så kollar man sällan (ca var tredje timma). Vid osäkert väder görs kollen kontinuerligt (ca varje timma).
- Pådragsledare
 - Ansvarar för att kalla ut resurser för att genomföra de olika insatserna.*
 - Göra utkallningar.
 - Ha kontakt med entreprenörer, åkare och bygglidare. Alltid tillgänglig för uppföljning av leveranskontroller.
 - Detta omfattar arbetsledning av saltvägnätet, men endast i undantagsfall att åka ut i fält. Leveranskontroll i fält görs av bygglidare.
 - Materialförvaltare
 - Ansvarar för att resurser är redo att genomföra uppdrag.*
 - Säkerställer att material (salt, plogskär) och utrustning finns tillgängligt.
 - Kvitteerar ut plogskär.
 - Har koll på reparationer och verkstadsärenden.
 - Lastar salt.
 - Uppdaterar pådragsledare om tillgängliga resurser.
 - Har hand om frågor kring grindar, belysning och spolhall.

4.6.3.2 ANPASSNING AV KOMPETENS

Det fanns ett behov av kompetensutveckling för personalen i de olika rollerna, främst för vinterledare och pådragsledare. Generellt behövdes mer kunskap inom kvalitetssäkring, ledarskap och systematiskt förbättringsarbete för att fullt ut kunna uppskatta de digitala verktygens nytta. Under de första säsongerna då de digitala verktygen fanns tillgängliga, hade en grupp individer snabbt tagit till sig tekniken och engagerat sig i utvecklingsarbetet. Samtidigt fanns det en annan grupp som kände sig mer bekväma med det tidigare arbetssättet och fortsatte med det. Detta var en förväntad effekt av att inte helt avveckla de gamla systemen. Verktygen var dock fullt utvecklade och anpassade, och en tillräckligt stor del av gruppen behärskade systemen när man helt övergick till dem.

4.6.3.3 ANPASSNING AV ARBETSSÄTT OCH KVALITETSLEDNINGSSYSTEM

Utvecklingen av ett kostnadseffektivt verktyg för leveranskontroll och uppföljning av vinterväghållning innebar även ett behov av en översyn av uppdragets krav samt rutiner för planering, genomförande, uppföljning och kontroll av verksamheten. Genomförda översyner av verksamheten och anpassningar av krav och rutiner ledde till insikten om vikten med en struktur för etablering av uppdraget, enhetlig uppföljning av kontraktsskrav samt rutiner för dokumentering och kommunikation. Dokumenterade arbetssätt skulle också belysa alla kvalitets-, miljö, arbetsmiljö- samt säkerhetskrav men också krav som fick betydande konsekvens på tid, kostnad och innehåll i uppdraget.

Arbetet med utveckling av ett dokumenterat arbetssätt för vinterväghållning genomfördes i samråd med verksamma bygg- och projektledare i uppdragen för *samordnad vinterväghållning*. Arbetet

resulterade i en kartläggning av alla krav och styrande dokument som fanns i uppdragen, samt framtagning och/eller komplettering av diverse rutiner, mallar och checklistor kopplade till dessa.

Arbetsättet ”paketerades” slutligen i ett projektdokument med innehåll anpassat för pågående kontrakt för *samordnad vinterväghållning*. Fördelen med dessa projektdokumentet var att de även enkelt kunde anpassas för övriga entreprenader i drift- och underhållsverksamheten. Projektdokumentet består av ett Excel dokument som innehåller följande blad/flikar:

- Instruktion för användning av dokumentet med syfte och ansvar.
- Kontrollprogram år 1 – 4 (ordinarie entreprenadperiod) - avser sammanställning av alla krav och tillhörande aktiviteter i uppdraget. Aktiviteter för år 1 gäller etablering av uppdraget och år 4 innehåller avslutande aktiviteter.
- Miljökrav – specificering av miljökrav med koppling till styrande dokument och mallar.
- Trafikanordningar - specificering av trafikanordningskrav med koppling till styrande dokument.
- Kvalitetskrav - specificering av kvalitetskrav med koppling till styrande dokument och mallar.
- Årsplan – stöd till planering av aktiviteter.
- Dokumentstruktur – struktur för alla dokument i uppdraget.

Kontrollprogram är ett centralt dokument i arbetsättet och utgör ett samlat underlag för leveransuppföljning som omfattar kontroll av utförande och övriga kontraktsvillkor i enlighet med följande:

- Byggladare följer upp och dokumenterar entreprenörens utförande och administrativa krav på start-/bygg-/KMA-möten.
- Byggladare följer via kontroller entreprenörens utförande av pådrag för halkbekämpning samt snöröjning med efterföljande halkbekämpning vilket dokumenteras i de digitala systemen.
- Byggladare genomför förbesiktningar av vårstädning inför överlämning till entreprenad på barmarksrenhållning men även för slutbesiktning vid avslut av vinterentreprenaden.

Verifiering av leveranser sker med:

- Notering i digitala system – leveransuppföljning och bland annat avvikelshantering.
- Mötesdokumentation – noteringar i entreprenads- och säsongstartsmöte, byggmöten, och KMA-möte.
- Besiktningssprotokoll.
- Signering i kontrollprogram samt i flikarna för miljö-, kvalitets- och TA-krav för att bekräfta att kontroll har genomförts.

5 Slutsatser och erfarenhet

5.1 Slutsatser

Syftet med demonstrationsprojektet *Införandet av Digital Vinterväglagsinformation för Hållbar och Effektiv Kommunal Vinterväghållning* var att förbättra kommunal vinterväghållning genom att

implementera digitala stödsystem för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållning. Resultat visar att användningar av de digitala stödsystemen har avsevärt förbättrat effektiviteten för vinterväghållningen. Redan efter två års demonstration av verktygen, halverades förekomsten av halka på det kommunala vägnätet. Vidare minskades vinterrelaterade ärenden och klagomålen med 47% på saltvägnätet. Förbättringarna har skett tack vare bättre systemstöd för planering, genomförande och uppföljning av vinterväghållningen som har gett förutsättningar för att ta rätt åtgärd på rätt plats vid rätt tidpunkt.

FCD för insamling av friktionsdata och annan väderrelaterad information har visat sig vara värdefull. Den har gett möjligheten till att i realtid få en bättre bild över rådande väglag och väderförhållande. Detta har också skett på ett kostnadseffektivt sätt genom att minska okulera inspektioner. Vidare har fordonsdata använts för att skapa KPI:er för en objektiv och kostnadseffektiv metod för uppföljning av vinterväghållning och dess effekter av olika återfärder och arbetssätt.

Med hjälp av data från uppkopplade fordon och andra digitala verktyg som demonstrerats i projektet har åtgärderna och uppföljningen av kravuppfyllelse nu blivit mätbara. Detta är ett betydande framsteg, eftersom detta är ett första steg mot att kontinuerligt kunna utföra förbättringar och effektiviseringar.

Väglagsprognoser som har av de digitala verktygen MDSS, Wx Horizon och RSI har varit högt upplösta i tid och rum, vilket möjliggjort en mer proaktiv och effektiv vinterväghållning. Prognosverktygen har också skapat förutsättningar för att gå ifrån att alltid åtgärda hela vägnätet till att bara åtgärda de delar av vägnätet som har varit i behov av åtgärder. Funktionen för beräkning av restsalt och förslag på saltgiva, som finns i prognosverktygen, har också gett möjligheten att optimera saltförbrukningen. Detta i sin tur har bidragit till att nå bättre ekologisk hållbarhet genom att minska vinterväghållningens negativa effekt på miljön tack vare minskad saltförbrukning och minskat utsläpp från vinterväghållningsfordon från insparade vinter

Systemstöden i Zeekit har möjliggjort en effektiv styrning och genomförande av vinterväghållning genom automatisering av stora delar av processen. Detta i sin tur varit värdefullt för att säkerställa kvaliteten i utfört arbetet och minska arbetsbelastningen för beredskapshavarna.

Men med hjälp av FCD och de andra digitala verktygen åtgärderna och uppföljningen av kravuppfyllelse nu blivit mätbara. Detta är ett betydande framsteg, eftersom detta är det första steget mot att kontinuerligt kunna utföra förbättringar och effektiviseringar.

Kostnads-nyttoanalysen har visat en stor potential för att nå hållbar vinterväghållning. Även om besparingarna av produktionskostnaderna för vinterväghållningen inte är signifikanta för Göteborgs Stad, ligger den största vinsten på samhällsnyttan, se tabell 3. En effektiv vinterväghållning bidrar till betydande besparingar genom att minska antalet olyckor. Detta leder inte bara till färre personskador,

utan också till minskade kostnader för sjukvård, räddningstjänst och trafikstörningar. Därmed har en bra vinterväghållning en stor positiv inverkan på både individens säkerhet och stadens ekonomi.

Projektet har också visat att det är viktigt att ha ett gemensamt verktyg som kan täcka samtliga behov för planering, utförande och uppföljning av vinterväghållning. Med ett sådant verktyg skulle data kunna aggregeras, analyseras och visualiseras på en och samma plattform, vilket skulle innebära att användarna skulle kunna använda samma verktyg för att hantera olika behov. Detta förenklar inte bara arbetsprocesserna, utan även förbättra effektiviteten och öka möjligheterna för samordning och samarbete. Genom att ha all relevant information samlad på ett ställe, skulle beslutsfattandet bli snabbare och mer välgrundat, vilket i sin tur skulle leda till bättre resultat för vinterväghållningen.

Analyserna har också visat att anskaffningen stödsystem blir mest kostnadseffektiv genom en upphandling av en komplette stödsystem för vinterväghållning som ett alternativ till utveckling av eget system. Upphandling av en stödsystemen ger också möjligheten att alltid ha tillgång till marknadens bästa och senaste tillgängliga lösning.

5.2 Erfarenheter

Att gå från idéstadiet till full implementering på bara tre år, och dessutom kunna se tydliga nyttor redan under projektets gång, är ett resultat av flera strategiska val och fokuspunkter som genomsyrade projektet. Genom att fokusera på att skapa värde från data, engagera rätt personer, och bygga en stark kultur, kunde det säkerställas att projektet inte bara levererade på tid utan också gav konkreta förbättringar längs vägen. Här är de viktigaste faktorerna bakom framgång;

FOKUS PÅ NYTTA GENOM ATT SKAPA INFORMATION FRÅN DATA

En av de viktigaste faktorerna bakom projektets framgång var fokuset på att omvandla data till värdefull information. Genom att samla in, analysera och visualisera data skapades insikter i projektet som direkt kunde omsättas i praktiska åtgärder. Detta datadrivna arbetssätt bidrog till att identifiera och lösa problem innan de ens blev märkbara, vilket sparade både tid och resurser. Det är en nyckelfaktor till varför det redan under projektets gång kunde ses betydande resultat, som till exempel den stora minskningen av halka.

FOKUS PÅ SLUTANVÄNDARE

Genom att ha slutanvändarna i fokus under hela processen kunde det säkerställas att lösningarna som utvecklades inte bara fungerade i teorin, utan också i praktiken. Genom att kontinuerligt inhämta feedback och justera utifrån användarnas behov skapade ett system som både användes och uppskattades. Att arbeta med slutanvändarens perspektiv hjälpte till att säkerställa att lösningen inte bara var funktionell, utan också enkel och intuitiv att använda, vilket bidrog till högre användning och nöjdhet.

SKAPA RÄTT INSTÄLLNING GENOM ENGAGEMANG

Ett starkt engagemang från organisationen var en hörnsten för projektet. Genom att skapa en kultur där alla kände sig delaktiga och motiverade att bidra till projektets framgång, byggdes ett starkt samarbete. Detta engagemang skapade en positiv och framåtblickande inställning, där alla arbetade mot gemensamma mål, vilket i sin tur förstärkte projektets framgång.

INVOLVERA RÄTT BESLUTFATTARE

Att involvera de rätta beslutsfattarna från start gjorde det möjligt att få snabbare och mer välgrundade beslut. Genom att tidigt ha med de som kunde påverka både strategiska och operativa beslut, kunde projektets mål förankra och nödvändigt stöd säkras för att övervinna hinder snabbt. Detta skapade en stark grund för implementeringen och säkerställde att nödvändiga resurser och stöd fanns tillgängligt.

INVOLVERA SLUTANVÄNDARNA

Genom att involvera slutanvändarna i projektets alla faser, från planering till genomförande, säkerställdes att lösningen mötte deras faktiska behov. Denna inkludering stärkte förtroendet och ökade användarnas delaktighet, vilket i sin tur bidrog till högre acceptans och en smidigare implementering av den nya lösningen.

LEDARSKAP FÖR ATT ÄNDRA KULTUR, NORMER, STRUKTUR, ETC.

Ett starkt och inspirerande ledarskap var avgörande för att driva den förändring som projektet krävde. Att ändra normer, strukturer och arbetssätt krävde ett visionärt och engagerat ledarskap som kunde inspirera och guida organisationen genom omställningen. Ledarskapet bidrog till att skapa en miljö där förändring uppmuntrades och möjliggjorde att projektet kunde övervinna motstånd och etablera nya, mer effektiva arbetssätt.

Genom att kombinera dessa faktorer kunde målen inte bara nås, utan även en hållbar lösning skapas som fortsätter att leverera värde långt efter projektets slut. Det är denna medvetna och strategiska väg framåt som har bidragit till projektets framgång och möjliggjort att vinster kunde hämtas hem redan under projektets gång.

Att dessutom under hela projektet gå hand i hand med behovet och vikten av att se till en säker implementering av de nya Stödsystemen och arbetssätten som projektet tagit fram har varit en viktig del för att få ut den tänka effekten.

Projektet har gett viktiga lärdomar för den fortsatta utvecklingen av digitala verktyg för vinterväghållning. En central insikt är att friktionsdata från fordon kan användas som en effektiv mätmetod för vinterväghållning, vilket tidigare inte var möjligt att genomföra på ett strukturerat och skalbart sätt i de digitala systemen.

Det har också blivit tydligt att produktens värde är starkt beroende av kundens eget intresse och engagemang. Kunder med ett starkt driv och en vilja att förbättra sina processer upplever de största

fördelarna. Ett exempel är Göteborgs Stad, som bidragit med värdefull kunskap om vinterväghållning samt nya insikter om datans praktiska värde.

Dessa lärdomar har även främjat en bättre ekologisk hållbarhet genom att minska vinterväghållningens negativa påverkan på miljön. Detta har uppnåtts genom minskad användning av vägsalt och lägre utsläpp från vinterväghållningsfordon, tack vare effektivare insatser.

5.3 Skalbarhet för digitala verktyg och kommunal vinterväghållning

Projektets potential för uppskalning är stor eftersom behovet av effektiva verktyg för planering och uppföljning av vinterväghållningsverksamhet är detsamma oavsett väghållare, entreprenör eller vart man befinner sig i landet. Utmaningarna är desamma även om förutsättningarna kan vara olika. Projektets resultat har gett den värdefulla kunskapen som behövs för att tillämpa digital vinterväglagsinformation i kommunal vinterväghållningsverksamhet.

Göteborgs Stad är först i världen med tillämpningen av digital vinterväglagsinformation för vinterväghållning. Potentialen för att konkurrera på den internationella marknaden kommer således öka för svenska leverantörer då behovet och utmaningarna är detsamma i de nordiska länderna och länder med liknande klimat.

