

Rutt-optimerad och GPS-styrd drift och underhåll, DoU av vägar, del 2

Ett utvecklingsprojekt som syftar till ökad resurseffektivitet.

*Andreas Bäckström
Verksamhetutvecklare, Svevia AB
Grimboåsen 5
SE-417 49 Göteborg*

SVEVIA

 TRAFIKVERKET

SBUF 

Förord

Föreliggande rapport presenterar resultatet av utvecklingsprojektet ” Rutt-optimerad och GPS-styrd drift och underhåll, DoU av vägar”, som syftar till att testa och utveckla ny teknik för effektivare resursutnyttjande. Projektet finansierades av Trafikverket, Svevia och Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) inom ramen för verksamhetsnära utveckling.

Projektets referensgrupp bestod av följande personer:

Hawzheen Karim, Trafikverket

Johan Lundberg, NCC

Christer Andersson, PEAB

Mikael Berg, Skanska

Martin Komstadius, B & M

Projektgruppen bestod av:

Linus Blomlöf, Svevia

Martin Collin, Svevia

Daniel Lundström, Svevia

Mikaela Niklasson, Svevia

Andreas Bäckström, Svevia

Göteborg, maj 2016

Andreas Bäckström & Linus Blomlöf

Innehållsförteckning

Förord	2
1 Bakgrund.....	4
1.1 Syfte	6
1.2 Mål	7
2 Metodbeskrivning och Utförande	8
2.1 Projektgenomförande	8
2.1.1 Rutt-optimering, utveckling av metodik.....	8
2.1.2 Ruttoptimering, utvecklingsbehov.....	9
2.1.3 Script för liknande arbetsuppgifter i många områden.....	10
2.1.4 Exportera rutter.....	10
2.1.5 Kartdatabaser.....	12
2.1.6 Surfplattor som hårdvara	12
2.1.7 Navigation med ”Falköpingsmodul” Pocket -PC.....	13
2.1.8 Testfas	13
3 Resultat och diskussion.....	14
3.1 Effektivitet.....	14
3.2 Begränsningar och utvecklingsmöjligheter	14
4 Slutsatser	15
5 Rekommendation	15
Bilaga 1, Slutrapport del 1	I
Bilaga 2, Summering pilot 2 med navigatorleverantör	II
Bilaga 3, Investeringskalkyl	III
Bilaga 4, RouteSmart Navigator Vinterväghållning: Snabb-start Guide	IV

1 Bakgrund

Slutrapport till projekt Rutt-optimerad och GPS-styrd drift och underhåll (del 1) påvisar att det finns en hel del begränsningar och utvecklingsmöjligheter för att fullt ut kunna realisera de besparingar som redovisades i investeringskalkyl. Inblandade i projektet anser dock investeringskalkyl fortsatt är rimlig när hård- och mjukvaran vidareutvecklas. För mera information se slutrapport (del 1) bilaga.

Det visade sig i tidigt stadium i projektet Rutt-Optimeringar som utfördes i programmet RouteSmart att rutter inte per automatik blev "körbara" i erforderlig omfattning för att kunna exporteras direkt till GPS för ruttvisning. Ett problem som uppstår är tex att vid plogning så måste man ta hänsyn till vart snövall läggs dvs så man inte plogar igen redan snöröjd väg vid avfarter etc. Detta innebär att det inte räcker med att alla aktuella vägsträckor körs, som i traditionell vägdrift (street service), utan även att de körs i rätt ordning. Jämför exempelvis sopning av vägar där det normalt inte har någon betydelse i vilken ordning som vägar åtgärdas.

Det går att manuellt anpassa sträckor så de blir "körbara" och se till att exempelvis snövallar läggs på rätt ställe. Men detta arbete är tidskrävande och för att kunna nyttja planeringsverktyg med Rutt-optimering på ett effektivt sätt behöver arbetsmetoder alternativt programvara utvecklas för att anpassa körrutten med olika typer av arbeten. Vidare finns behov att integrera olika "GPS-program" eller åtminstone utveckla dom så de är kompatibla och att exempelvis importering av rutter från Rutt-optimeringsprogram till "GPS-program" för uppföljning (fleet-management) är möjlig. Detta är nödvändigt för att kunna snabba på processen i sin helhet och undvika kostsamt dubbelarbete samt onödig administration.

Det finns även förenklingar i kartdata efter bestämda generaliseringsregler (bl.a. refuger kortare än 25 m redovisas inte) i NVDB's topologiska nätverk dvs som är utformat för navigering. Detta är något som ställer till det vid ruttoptimering av tex vinterväghållning då alla körfält måste åtgärdas oavsett om det finns refuger eller inte.

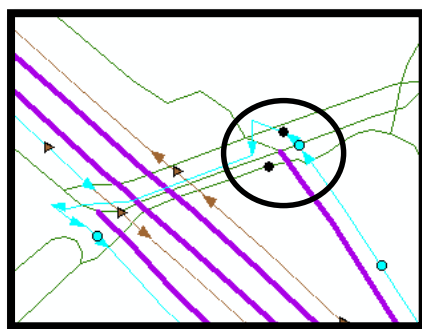


Bild 1. Bildexempel på problematiken kring generaliseringsregler i NVDB, där det i praktiken med refugen innebär att man måste åka två varv för att ploga bort all snö, vilket inte framgår av NVDB.

NVDB bedöms inte heller vara uppdaterad i erforderlig takt vilket leder till att andra kartleverantörer utöver NVDB får använda alternativa källor för att komplettera det vägnätet med nya väglänkar vid färdigställda väganläggningsarbeten. Det finns även behov att rätta felaktigheter i körregler samt sådant som missas att inrapporteras, ofta mindre anläggningsarbeten i samband med trimningsåtgärder.

Vinterväghållning utförs repetitivt genom att väghållningsfordon kör sin rutt vid exempelvis snöfall och saltning ca 40 resp 100 varv. Detta leder till att även små förbättringar ger hög besparingspotential. Exempelvis skulle en minskning av körtid på 5% motsvara 2 resp 5 varv mindre och även innebära att fordonsflottan kan minskas med 5%. De fasta kostnaderna för fordon (fordonsmodifiering, plogar, saltspridare, jourersättningar) utgör en signifikant andel och för lastbilsresurser utgör lika stor kostnadsandel av väghållningskostnader som den rörliga dvs körkostnaden. Alltså skulle en 5% minskning inte bara minska körkostnader med 5% utan även den totala kostnaden med 5%. Ju större komplexitet vägnätet har desto större nyttopotential. Alltså i stadsmiljö finns den största potentialen.

Trafikverkets kostnader för DoU av det statliga vägnätet är cirka 8 miljarder kronor per år varav en fjärdedel vinterväghållning. Trafikverket gör ingen ruttoptimering idag innan de går ut med upphandlingar, vilket leder till att ett flertal entreprenörer sitter och gör optimeringar var för sig, vilket i slutändan bekostas av Trafikverket i och med att varje entreprenör lägger på kostnader i anbuden för framtagning av ruttoptimeringar och köranvisningar.

1.1 Syfte

Detta projekt syftar till att hitta effektiva metoder för att enkelt göra optimerade rutter körbara i navigator utvecklad för drift och underhållsåtgärder, en ytterst viktig fråga för att få genomslagskraft med den nya tekniken. Frågeställningar som behandlats i projektet är åt vilket håll snön plogas, start och stopp punkter för att vid slutet av ruten befinna sig exakt vid startposition vid pågående snöfall. Vidare även att lokalisera och åtgärda felregistreringar i NVDB såsom enkelriktade gator och förbjudna svängar samt finna en metod för hur generaliseringsregler i NVDB ska hanteras för att inte missa plogsträckor som generaliserats bort. Undersöka andra typer av kartdata såsom Navteq, numera HERE, som används vid Rutt-optimering globalt och redan har ett mer utvecklat data för köranvisningar och se om det går att integrera den informationen med driftområdesspecifik information som enbart finns i NVDB, se bilaga 2 sid 6.

Funktionalitet kommer även utvecklas för att kunna importera rutter från optimeringsprogram till befintliga GPS-uppföljningsprogram (fleet management) som är krav hos Trafikverket och de flesta kommuner redan idag.

De enheter som testades i första delen visade sig också vara klumpiga och de krävde en hel del externa moduler såsom extra antenn och högtalare. I denna del 2 av projektet testas "vanliga" Windows-baserade surfplattor som redan har GPS, ljud, display m.m. inbyggd och kostnaden är ca 30% av de tidigare testade enheterna pga de många användningsområdena och konkurrensen som redan finns på marknaden.



Bild 2. Windows-baserad surfplatta där ruttvisningsprogramvara skulle kunna installeras

Projektet syftar också till att testa hur befintlig "Falköping-modul" för saltspridarreglering även går att använda för ruttvisning. Då skulle kostnaden för hårdvara försvinna helt.



Bild 3. Pekskrmar som redan finns idag i de flesta bilarna för att hantera saltspridning.

1.2 Mål

Målet är att hitta ett effektivt arbetssätt för justering av rutter för att fungera med navigator utvecklad för drift- och underhållsåtgärder samt att kostnaden för hårdvara minimeras eller försvinner helt. Om det målet uppnås bedöms den nya tekniken användbar inom huvuddelen drift- och underhållsåtgärder samt att intresse bör finnas hos samtliga entreprenörer på marknaden att ta del av tekniken.

Även Trafikverket som årligen gör upphandlingar på drift- och underhåll av statliga vägar värt 8 miljarder borde kunna dra stor nytta av detta projekt och implementera resultatet i kommande upphandlingar samt se över utvecklingsbehov på sin egen databas NVDB för att anpassa den till nya behov och användningsområden.

Olof Moen, transportforskare, skriver i tidningen Godset (nr2 2015) om ett FoI-projekt där det finns stora vinster att hämta genom att göra ruttoptimeringar redan i upphandlingsskedet. Projektet verkar ha fokuserat kring livsmedelsbranschen, men skulle lika gärna kunna appliceras på drift och underhåll av statliga vägar.

2 Metodbeskrivning och Utförande

Projektet är genomfört i Driftområde Göteborg med 5st enhet för att kunna nyttja möjlighet att jämföra hårdvara mot föregående projekt. Även Driftområde Uddevalla inkluderas med 3st enheter för att få ett bredare perspektiv samt mer landsbyggslika förhållanden som är det normala i Sveriges 100st driftområden.

2.1 Projektgenomförande

Projektets faser beskrivs nedan översiktlig.

	2015								2016				
	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mars	April	Maj
Installation													
Utveckling									Vid		behov		
Testfas													
Utvärdering													
Rapportering													

Diagram 1. Tidplan

2.1.1 Rutt-optimering, utveckling av metodik

För att Rutt-Optimeringar vid plogning ska ta hänsyn till vart snövall läggs dvs så man inte plogar igen redan snöröjd väg och planering av rutt skall utföras likt en erfaren chaufför tillämpades metod med tidsbestraffningar. Logiken som tillämpades var att bestraffa vänstersväng som normalt även tar längre tid än högersväng och även rakt fram vilket gör att rutterna som skapas följer gängse logik dvs att svänga höger ända tills man är åter på startpunkt på de vägar som skall åtgärdas åt bägge håll ex plogning, sopning, kantstolpstvätt och kantskärning. Saltning och sandning behöver inte styras på samma sätt då båda körriktningar kan åtgärdas samtidigt i de flesta fall.

NVDB generaliseringsregler ställer till endel problem i körordningen pga saknade refuger, databasen har även delvis bristfällig info om ej godkända körriktningar vilket leder till ytterligare manuella justeringar. Tyvärr är även andra kartverk av topologisk karaktär dvs tar inte hänsyn till mindre refuger som delar vänster- från högersvängande trafik. Här blir alltså manuell identifiering och uppdatering av kartdata nödvändig för att lägga till väglänk även på motsatt sida av refug som självklart även behöver åtgärdas. Många gånger backar man i praktiken för att det är effektivaste sättet men det är inte möjligt om man har köande trafik bakom vilket är vanligt under högtrafik i tätbebyggt område. Problemet med att lägga in länkarna manuellt är inte bara det extremt tidsödande arbetet utan även en stor risk vid uppdatering och justering av kartdata senare då man riskerar att få göra om samma

moment igen. Det bästa vore om man kunde påverka källan och få det rätt från början. Att NVDB kunde anpassa generaliseringsregler dvs kartverkets detaljeringsgrad för att möta nya behov.

För att hantera att snövallar flyttas från vänster till höger sattes prioritetsordning manuellt på förgreningsvägar som passerar enkelriktad refug eller för att hantera ramper i Trafikplatser, se bild nedan.

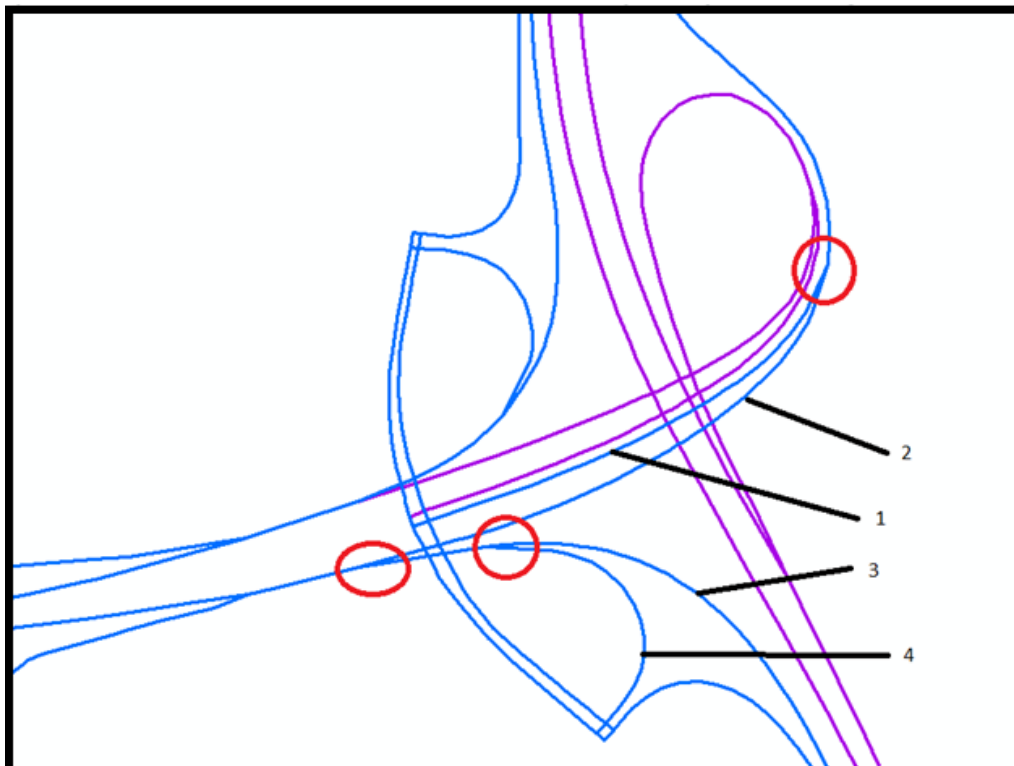


Bild 4. Korrekt prioritetsordning pga snövallar i Trafikplats Saltskog, Södertälje

2.1.2 Ruttoptimering, utvecklingsbehov

Start och stoppunkter behöver vara på samma ställe för att kunna fortsätta på varv 2 vid ihållande snöfall. Tyvärr tillåter inte programmet i dagsläget att en och samma punkt har två eller fler värden vilket krävs för att skapa en sluten körslinga. Det går alltså inte att starta och sluta på exakt samma punkt. Man får en närliggande punkt som duger i de flesta fallen, men ibland blir det tokigt på motorvägarna där datorn tycker att det tar några få sekunder att åka från en påfart till en avfart medans det i verkligheten kan röra sig om 10-15 minuter att åka hela vägen till nästa trafikplats och vända och sedan köra tillbaka, se bild 5 nedan.

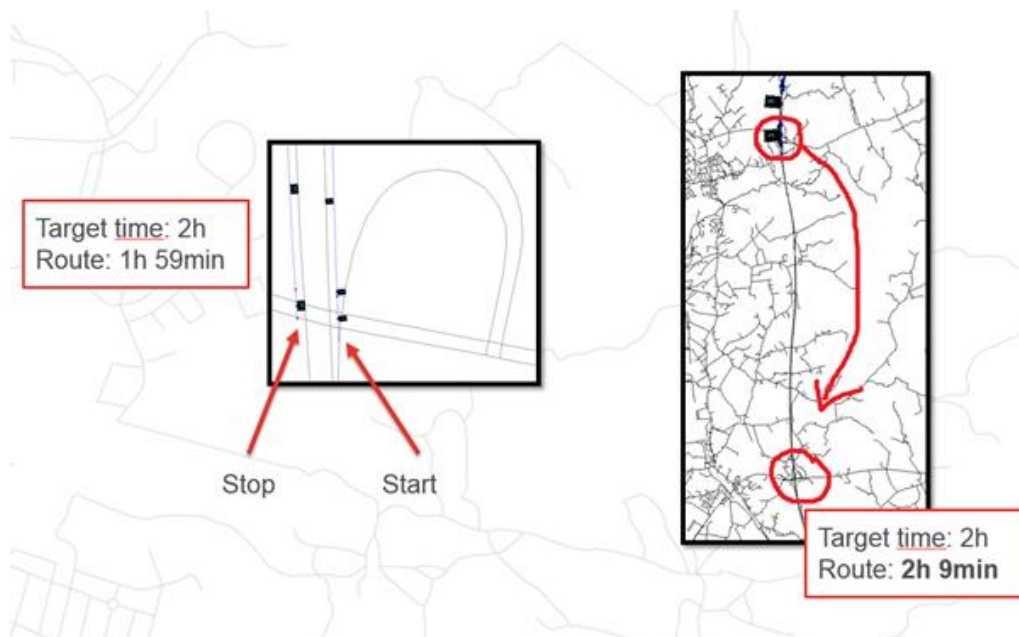


Bild 5. Visualisering av problematiken kring start och stopp på närliggande punkter som i praktiken innebär 10-15min mer tid i slutrapporten.

Detta problem kvarstår och teknikutvecklarna till programmet har underrättats om problematiken. Dock sker plogning på ett ganska unikt sätt här i Sverige med upphandling och stenhårda åtgärdsstider så problemet är inte prioriterat från programleverantör. Man har från RouteSmart i USA föreslagit att vi sätter två punkter på den väglänk som vi vill starta på för att på så sätt få en rundslina. Men då har man ju redan valt en förutsättning som programmet annars ska optimera fram. Programmet bör leverera slutna körslinor istället för att med ”workaround” tvinga programmet att starta på ett visst ställe.

2.1.3 Script för liknande arbetsuppgifter i många områden

Effektivisering av arbetet med att justera rutter har genomförts på flera ställen. Framst i from av olika script som kan köras och användas vid arbetsmoment som görs många gånger och på samma sätt i alla områden. Några exempel på script som skapats är ett Preparera-script som förbereder ett område för ruttoptimering, scriptet klipper ut ett driftområde automatiskt från Sverige NVDB-kartan och lägger till nödvändiga fält för att kunna utföra optimeringar.

Ett annat script som tillverkats är ett kartscript som när man är klar med ruttoptimeringarna tar fram en karta per rutt med tider och kilometer i PDF-format för enklare distribution.

2.1.4 Exportera rutter

Exporteringsfunktion från Rutt-optimeringsprogram till GPS för uppföljning utvecklades vilket underlättar för att kunna filtrera data på rutt för ersättningsmodeller där åkaren får betalt för åtgärdade km eller timmar på rutt.

Möjligheter att skriva ut kartor samt nyttja integrerad funktionalitet med utkalling samt presentation av sträckprognos, se bild 5 nedan, per rutt realiseras även.

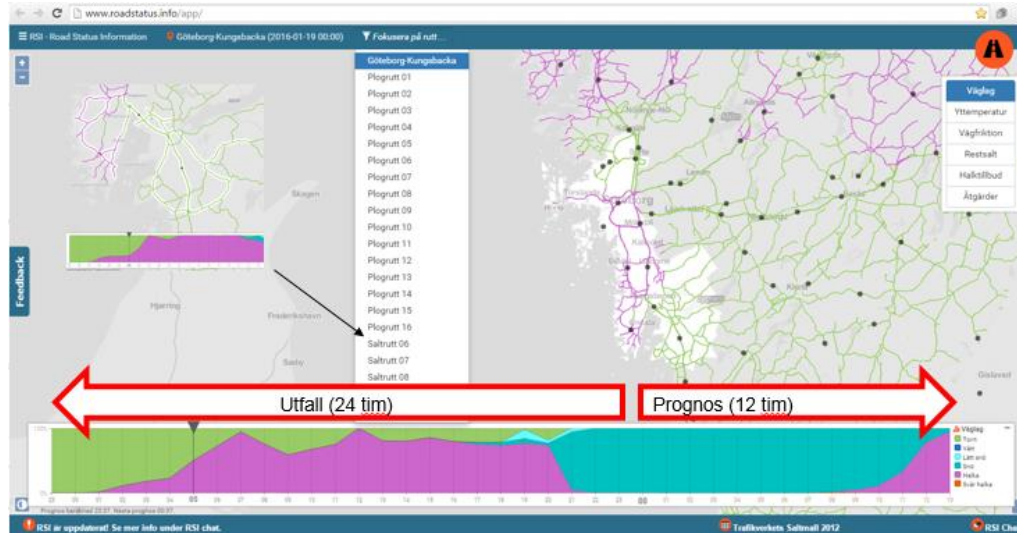


Bild 6. Ruttprognos.

En annan funktion har utvecklats för att exportera rutter till Google Earth. På så sätt behöver platskontoret inte ha tillgång till ruttoptimeringsprogrammet utan man kan följa och köra igenom rutterna i Google Earth. Blir också ganska pedagogiskt om man slår på flygfoto så man ser byggnader m.m.

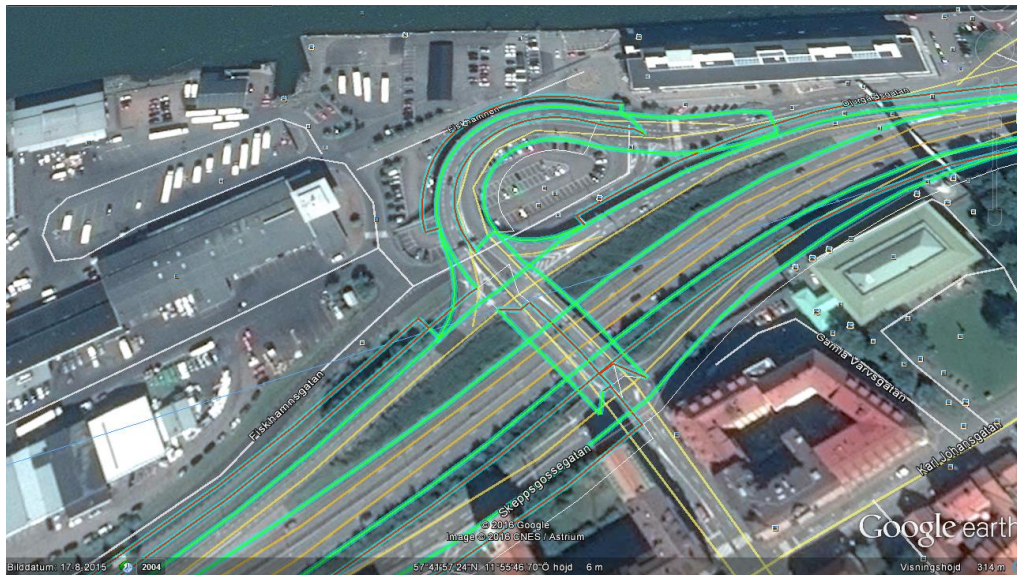


Bild 7. Visualisering av Fiskhamnsmotet E45, Göteborg i Google Earth. Rött anger transport och grön åtgärd. Omkringliggande ljusblå anger ruttens "färg"/indelning.

2.1.5 Kartdatabaser

Kartdata från HERE visade sig hålla högre kvalitet både vad det gäller körregler och antal körfält i samma riktning.

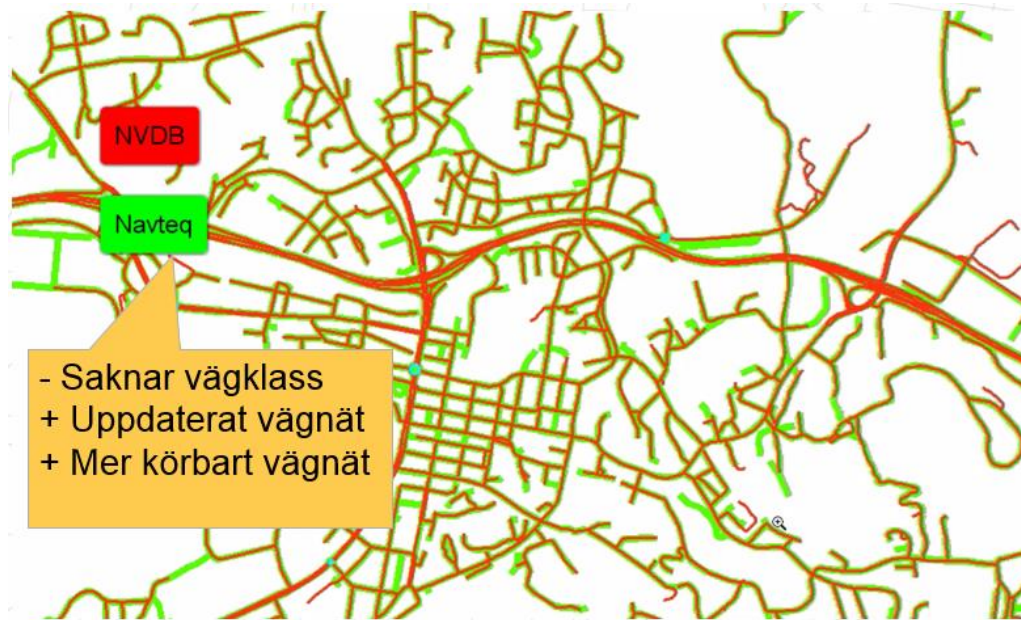


Bild 8. Skillnader mellan databaser NVDB jämfört mot Navteq numera HERE

Tyvärr så finns ingen automatisk karttransformering för att uppdatera HERE-nätverk med attribut avseende vägklass vilket gör att omfattande arbete måste utföras manuellt. Kostnad för att uppdatera bedömdes till 150-200kr vilket blir en dyr kostnad speciellt med tanke på att kartuppdatering kommer frekvent. Dock kan stora delar av datat återanvändas och manuella justeringar behöver endast ske på förändringar i vägnätet. Karttransformering kunde inte genomföras i projektet pga tids- och kostnadsskäl.

2.1.6 Surfplattor som hårdvara

Installation och användning av surfplattor som navigatörer är ett rejält lyft och fungerar tillfredsställande utan externa takmonterade GPS-antennerna. Enheterna behöver inte till skillnad från tidigare enheter ha fastström inkopplad då enheten har intern batterikälla.

En annan nytta med att använda surfplatta är att utöver att de är billiga samt robusta är mycket portabla vilket gör att man enkelt kan ta med enheten för att träna in komplicerade rutter i simulationsläge hemma i soffan. En nackdel är att Ruttvisningsmjukvaran är utvecklad för Windows som fortfarande ligger efter med tillgängliga appar som normalt finns för Android samt även till stor del till iOS.

Överföring av Rutt-optimeringar till GPS-enhet utförs trådlöst via 4G-nätet genom att i medföljande programvara lägga in rutter på aktuell GPS-enhets "mapp" varpå den laddades ned automatiskt på GPS-enhet så snart enheten startas.

2.1.7 Navigation med "Falköpingsmodul" Pocket -PC

Det konstaterades i tidigt stadium att det inte var någon god idé att nyttja befintlig skärm tillhörande saltspridarens pekskärm för rutt-visning då den inte är tillräckligt stor samt att den inte är utvecklad för detta ändamål. Ett annat argument för att inte använda befintlig bildskärm är att Windowsplattor har en låg kostnad och kan placeras vart man önskar i fordonet samt tas med för att nyttja simuleringsläge vid inläring av rutt. Falköping erbjuder dock en enklare navigator som med hjälp av körriktningspilar samt röst guidar chaufför.

Vidare utvärderades om Rutt-optimeringar kunde exporteras till enheten från program men tyvärr visade det sig att tekniken skiljde sig åt och att avancerade algoritmer behöver utvecklas för detta ändamål då körkommandon kopplas till GPS-positioner i olika lagerföljder istället för en körsekvens som används i Rutt-optimeringsprogram.

2.1.8 Testfas

Tester genomfördes i skarpt läge under ordinarie plogning enligt kontraktskrav efter förare bedömdes ha fått tillräcklig grundläggande kännedom om sina rutter under utbildningsfas. Brister rapporterades in löpande för uppföljning. Vi hade ett större problem med mjukvaran som laggade, men det blev rättat i en ny version.

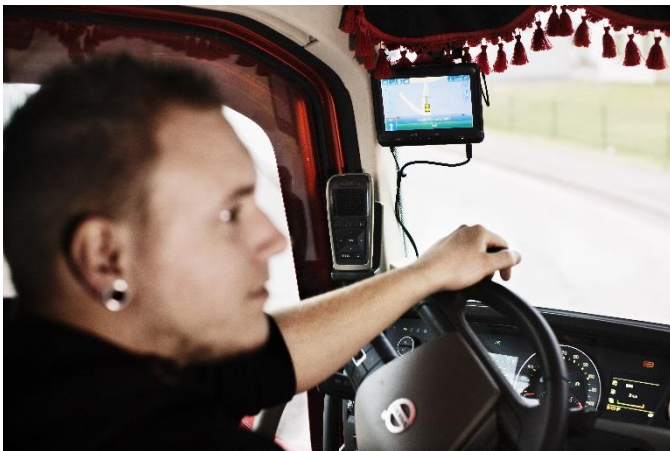


Bild 9. Rutt-visning i praktiken

3 Resultat och diskussion

Testen bedöms ha utförts lyckat och enligt plan. Dock påträffades en del förbättrings och utvecklingsmöjligheter som beskrivs enligt kapitel 2.1.2.

3.1 Effektivitet

Investeringskalkyl som utförts innan projektstart enligt bilaga 3 inför projektet anses relevant även efter studien. Eftersom kostnaden för hårdvara sjunker avsevärt ökar tekniklösningens potential. Fortfarande bedöms ett driftområdes behov av enheter vara betydligt lägre än första antagandet och ett 10-tal enheter är en realistisk bedömning av behov. Alltså en årlig besparing i storleksordningen 40 000 per område rimlig. Dock har inte den stora besparingspotentialen tagits med i beräkningar gällande att antal erforderliga vinterresurser under vissa förhållanden kan minskas pga av generellt ökad kapacitet realiserar då felkörningar minskas enligt ovan. En fulltrustad ploggenhet inklusive åtgärds-kostnader uppbringar kostnader upp mot knappa halv miljonen och i driftområde Göteborg där studien utförs bedöms 1st enhet kunna minskas med det nya arbetssättet dvs uppemot ca 5% av vinterkostnaden på ca 10Mkr.

Det nya arbetssättet har visat effektivisering på områdena:

- Ekonomi – Högre produktivitet med minskade maskintimmar, planerings- och inlärningstid.
- Miljö – Mindre avgasutsläpp, dubbelsaltning av vägavsnitt där enhet överlappar etc.
- Kvalitet – Fokus på utförande istället för navigering även flexibilitet vid sjukdom och haveri.
- Trafiksäkerhet – Fokus kan läggas på körning istället för navigering och kartläsning.

3.2 Begränsningar och utvecklingsmöjligheter

- Bakomliggande kartmaterial är A och O för att få fungerande rutter och en långsiktig lösning med navigatorer. I dagsläget krävs omfattande manuellt arbete vilket hindrar tekniken från verklig genomslagskraft.
- Svårigheter att hitta rätt på rutt om man vill påbörja åtgärd på annat ställe i rutt med hjälp av ”skip-funktion” där man kan hoppa över vägavsnitt, se bilaga 4 Manual. Optimering som skapar slutna körslingsor förväntas lösa denna problematik.
- Oflexibel rutt-hantering där inlagd körordningssekvens endast kan köras trots att behov att köra rutt i exempelvis omvänd ordning för att börja plogning där mest snö kommit kan finnas.

4 Slutsatser

Baserat på resultatet kan följande slutsatser dras:

Chaufförer är fortsatt mycket nyfikna och positivt inställda till GPS med ruttvisning. Många ser direkt fördelarna med att kunna kalla in en ersättare vid sjukdom m.m. och slipper oroa sig för viten pga. förseningar m.m. Betydande besparingar för totalkostnad, positiva effekter för miljö, framkomlighet, kvalitet, arbetsmiljö och trafiksäkerhet.

5 Rekommendation

Användning av den nya tekniken rekommenderas trots utvecklingspotential och kommer att bidra till en ökad effektivitet och produktivitet inom drift och underhållsverksamheten.

Bilaga 1, Slutrapport del 1

Bilaga 2, Summering pilot 2 med navigatorleverantör

Bilaga 3, Investeringskalkyl

Förutsättningar

Timkostnad, kr	800	800
Enheter, st	1	30
Kontraktstid, år	1	5
Teknisk livslängd, år	1	10

Införandekostnad

Engångskostnader

Support och utbildning	-1 500	-9 000
------------------------	--------	--------

Löpande kostnader

Engångskostnader (Fördelas på teknisk livslängd)

Hårdvara GPS	-11 000	-33 000
Installation	-1 650	-4 950
Frakt	-550	-1 650
Licens	-2 200	-6 600
Exportera rutter till GPS	-667	-2 001

Besparingar

Engångskostnader (Fördelas på kontraktstid)

Ruttplanering arbetsplats 4tim/enhet	3 200	19 200
Handrita kartor 2tim/enhet	1 600	9 600
Sätta ihop åkarpärmar 1tim/enhet	800	4 800
Administration för jourhavare 1tim/enhet	800	4 800
Inkörningstid 2tim extra de 5 första gångerna	8 000	48 000
Risk för vite om åtgärdstid överskrids	3 500	21 000
Sparad genomgångskostnad plogmöten 1tim/enhet	1 600	9 600
<i>Årliga kostnader</i>		
Smidigare hantering vid haveri/sjukdom/ny chaufför 2tim/enhet	1 600	48 000
Besparing per år	3 533	107 799

Bilaga 4, RouteSmart Navigator Vinterväghållning: Snabb-start Guide