

Halkvarningar i realtid

Samhällesekonomiska konsekvenser av SRIS



Förord

SRIS är ett forskningsprojekt om halkvarningssystem i realtid. I detta projekt samarbetar följande parter, IVSS, SAAB Automobile, Caran, Vägverket, Combitech, Klimator, WM-data, Bilia och CaranEis.

SRIS-projektet har bett Movea Trafikkonsult att i första hand belysa möjliga effekter på trafiksäkerhet och framkomlighet. Resultatet redovisas i föreliggande rapport. SRIS-konceptet har stor potential att förbättra vinterväghållning och halkvarningar både på kort och lång sikt. Arbetet med beräkningarna har dock visat att det finns några faktorer som behöver kartläggas bättre för att precisera nyttan av SRIS. En ny bedömning kommer att ske när bättre underlag föreligger.

Pär Ekström

Semcon - Caran AB

Februari 2008

Innehåll

SAMMANFATTNING.....	1
1 BAKGRUND OCH SYFTE	2
2 VAD ÄR SRIS?	2
2.1 Konceptet.....	2
2.2 Förbättrad vinterväghållning	3
2.3 Förbättrad spridning av halkvarningar	4
3 SRIS-SCENARIER.....	5
3.1 Dagens situation - Scenario 0.....	5
3.2 Morgondagens situation – Scenario 1	6
3.3 Framtidens situation – Scenario 2	7
3.4 Scenarier att räkna på:	8
4 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH ANTAGANDEN	8
4.1 Berört trafikarbete av SRIS.....	8
4.2 Berört trafikarbete med halkvarningar	9
4.3 Hastigheter och risktal vid olika väglag	12
4.4 Hastigheter och risktal med halkvarningar.....	13
4.5 Fördelning av trafikarbete på väglag	14
5 SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGAR	16
5.1 Trafiksäkerhet	16
5.2 Framkomlighet	18
5.3 Miljö och klimat.....	18
5.4 Summa samhällsekonomisk nytta	19
6 DISKUSSION.....	21
REFERENSER.....	22

Sammanfattning

Föreliggande rapport avser att belysa de samhällsekonomiska effekterna av förbättrad vinterväghållning och förbättrad information genom SRIS (Slippery Road Information System), som är ett system för att utvärdera vinterväglag i realtid. SRIS är ett forskningsprojekt om halkvarningssystem i realtid. I detta projekt samarbetar följande parter, IVSS, SAAB Automobile, Caran, Vägverket, Combitech, Klimator, WM-data, Bilja och CaranEis.

SRIS-projektet har bett Movea Trafikkonsult belysa möjliga effekter på trafiksäkerhet och framkomlighet. Kostnader för konceptet beräknas separat och ingår inte i uppdraget. Resultatet redovisas i föreliggande rapport.

Totala nyttan av SRIS bedöms till totalt 700-3900 Mkr under en tjugofemårsperiod. En rad antaganden har varit nödvändiga för att genomföra beräkningarna. Viktigast är trafikarbetsfördelningen på olika väglag före och efter halkbekämpning. För en säkrare bedömning bör en kartläggning göras för olika vinterstandardklasser och regioner i Sverige.

Resultatet för scenario 2b visar systemets maximala potential, som förutsätter mycket snabbare hantering av halkvarningar och mycket större spridning av dessa. Det förutsätter också att fordonens HMI förbättrats så att halkvarningar kan ges i form av rekommenderade hastigheter och inte bara allmänna halkvarningar.

De omedelbart tillämpbara resultaten avseende förbättrad vinterväghållning framgår av scenarierna 1a och 2a. I dessa fall är det enbart väghållningsinsatsen som effektiviseras och snabbas upp. Resultatet i scenario 1a bör vara uppnåbart om den skisserade informationshanteringen i *Figur 2* är realistisk.

SRIS-konceptet har stor potential att förbättra vinterväghållning och halkvarningar både på kort och lång sikt. Arbetet med beräkningarna har dock visat att det finns ett flertal faktorer som behöver kartläggas bättre för att precisera nyttan av SRIS.

1 Bakgrund och syfte

SRIS är ett forskningsprojekt om halkvarningssystem i realtid. I detta projekt samarbetar följande parter, IVSS, SAAB Automobile, Caran, Vägverket, Combitech, Klimator, WM-data, Bilia och CaranEis.

SRIS-projektet önskar genom Caran AB ta fram ett underlag för beslut om inriktning när det gäller vidareutveckling av SRIS. Caran har bett Movea Trafikkonsult i första belysa möjliga effekter på trafiksäkerhet och framkomlighet. Kostnader för konceptet beräknas separat och ingår inte i uppdraget.

2 Vad är SRIS?

2.1 Konceptet

SRIS (Slippery Road Information System) är ett system för att utvärdera vinterväglag i realtid. Det är baserat på ABS -och ESP- information från bilar och väderinformation från väderstationer. SRIS-konceptet utvecklas genom två fälttester. Den första säsongen finns beskriven i SRIS (2007) och innefattar 80 väderstationer och 20 bilar. Den andra säsongen (november 2007/mars 2008) innefattar 80 väderstationer och 100 bilar. Den första rapporten innehåller en kvantitativ studie baserad på statistik och två typer av kvalitativa rapporter.

De statistiska analyserna är gjorda som en summering av hela testområdet. Dessa visar samband mellan tillfällena då det är nederbörd, låg temperatur och signaler från bilarna. Den kvalitativa studien visar att hela bilflottan påvisar samma reaktion vid tillfällena då flera bilar rapporterar. Referensstudien visar att det finns samband mellan förarnas observationer och signalerna som systemet ger. Rapporten visar att SRIS har potentialen att lyfta bakgrundsinformationen till en högre nivå och ge vinterväghållning ett nytt perspektiv.

Informationen från SRIS-utrustade bilar kan användas på minst tre sätt och ändamål:

1. Sända information till driftentreprenörer för vinterväghållning. På detta sätt kan vinterväghållningen bli snabbare och tillförlitligare
2. Sända information till Vägverkets beställare för vinterväghållning för att utgöra verktyg för uppföljning mot driftentreprenörer
3. Sända information via Vägverkets informationssystem för trafikledning till bilar och radiokanaler
4. Sända information till tjänsteförmedlare

Det första näraliggande sätten (1-2) innebär att redan på kort sikt sända information till Vägverket och dess vinterväghållningsentreprenörer. På detta sätt kan vinterväghållningen bli snabbare och tillförlitligare. De andra sätten (3-4) som är mer framtidsorienterade är att på olika sätt återföra informationen till alla bilar som är utrustade med TMC. Informationen kan också snabbare göras tillgänglig för radiokanalerna. Därmed kommer halkvarningar att kunna spridas snabbare, mer lokalt och i större omfattning till bilisterna.

2.2 Förbättrad vinterväghållning

För att beräkna effekterna av bättre information genom SRIS-data behöver vi kunskap om de kriterier som styr vinterväghållningen. Indelningen av vägar på åtgärdsklasser framgår av tabell nedan.

Tabell 1 Indelning i vinterstandardklasser

Trafikflöde, ÅDT	Vinterstandardklass
≥ 16 000	1
8 000 – 15 999	2
2 000 – 7 999	3
500-1 999	4
<500	5

Källa :Vägverket (2002a)

SRIS avser i första hand vägar med vinterstandardklass 1-3. Krav på lägsta tillåtna friktion vid uppehållsväder och när åtgärdstid efter nederbörd löpt ut framgår av tabell nedan.

Tabell 2 Lägsta tillåtna friktion för vägar över 2000 ÅDT

Sektions- element	Vägytetemperatur			Ojämnhet cm
	varmare än -6°C	-6°C till -12°C	kallare än -12°C	
	friktionstal	friktionstal	friktionstal	
Körfält	snö/isfritt	0.35	0.25	1.5
Vägren	0.25	0.25	0.25	1.5
Sidoanläggning	0.25	0.25	0.25	1.5

Källa: Vägverket (2002b)

Krav på startkriterier för åtgärd vid nederbörd samt senaste åtgärdstid efter nederbörd framgår av tabell nedan

Tabell 3 Startkriterier för väghållningsinsats för vägar över 2000 ÅDT

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

Källa: Vägverket (2002b)

- Under snöfall när startkriteriet (cm lös snö) inte är uppnått och vägytetemperaturen är varmare än -6 grader C gäller samma krav som vid regn.
- När vägytetemperaturen stiger ska standardkraven gällande för det varmare temperaturintervallet vara uppfyllda senast 15 timmar efter att en temperaturgräns passerats.
- Vid uppehållsväder när åtgärds tiden efter nederbörd löpt ut och krav på snö- och isfrihet inte föreligger, gäller samma startkriterium och samma åtgärds tider som vid snöfall.
- På en sträcka av 100 meter närmast en korsning med statlig gäller friktionstalet 0,30 som startkriterium friktion.
- På väggrenar med heldragen kantlinje tillåts startkriteriet 10 cm lös snö under och upp till 4 timmar efter snöfall.
- På väggrenar med heldragen kantlinje tillåts startkriteriet 0,20 som friktionstal.

Genom SRIS-systemet kan mer tillförlitlig halkinformation snabbare nå driftpersonal och entreprenörer som är ansvariga för vinterväghållningen. Därmed kan insatsen bli snabbare och mer effektiv.

2.3 Förbättrad spridning av halkvarningar

Det är oklart hur stor del av halkvarningarna som når slutkunden dvs. trafikanten idag. Ingen sådan studie har oss veterligen genomförts. Statistik från vintern 06/07 (2006-10-01 till 2007-05-01) visar att halkvarningar har gått ut för 769 st sträckor. Totalt har 484618 st varningar lämnats och 67345 uppdateringar har gjorts.

Det betyder att drygt 600 meddelanden för dessa vägsträckor gått ut. Om antalet halkdagar uppgår till i genomsnitt 40 per vintersäsong, innebär detta omkring 15 meddelanden per halkdag.

Spridning av dessa meddelanden sker via TRISS-systemet till innehavare av navigationssystem med TMC eller andra mottagare för RDS-TMC. Under 2008 förväntas att det ska finnas ca en miljon GPS-apparater antingen fast monterade i bilen

eller mobila. Ett problem med mobila GPS är att det kan ta mer än en halvtimme innan TMC-informationen finns tillgänglig. För fast monterade GPS tar det vanligen mindre än tio minuter.

Information om väglag går också ut via hemsidor t.ex. 'Läget på vägarna' och 'trafiken.nu'. Även på eniro.se och hitta.se finns trafikinformation. År 2006 använde ca 10% av bilisterna vid södra infarten till Stockholm regelbundet (någon gång i veckan) trafiken.nu för att planera sina bilresor (Lindkvist, 2007). Oftast finns där samma information som i RDS-TMC.

Den vanligaste kanalen är radion som når ut till mer än hälften av trafikanterna. Utbudet av halkinformation är dock begränsat av utrymmesskäl. Det krävs därför allvarliga halkproblem t.ex. blixthalka för att varningar ska gå ut om det finns konkurrerande trafikmeddelanden.

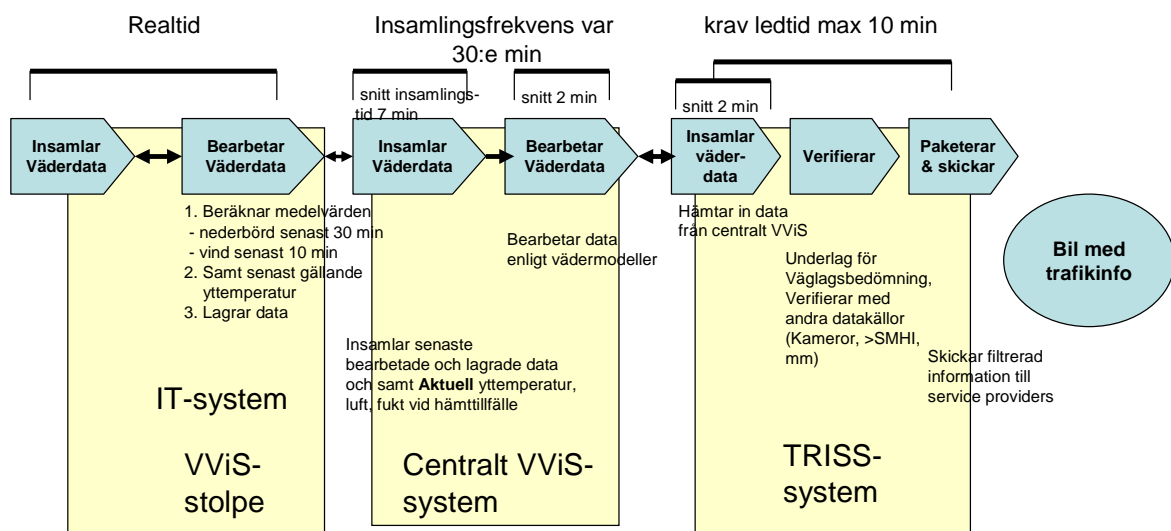
Genom SRIS-systemet kan mer tillförlitlig halkinformation snabbare nå tjänsteleverantörer som radiostationer och Vägverket.

3 SRIS-scenarier

Vägvädersystemet VViS som byggts upp av Vägverket har många förtjänster, men uppvisar brister när det gäller att snabbt få ut information till entreprenörer och trafikanter. Inom SRIS-projektet har därför framtida möjliga förbättringar av informationskedjan skisserats enligt nedan.

3.1 Dagens situation - Scenario 0

Aktualitet & genomloppstid ->> Aktualiteten är ca 49 min innan den når Kund



Figur 1 Informationskedjan i dagens situation (Figur: Håkan Bystedt)

VViS-stationer är utplacerade på lämpliga punkter i vägnätet. Dessa samlar in och bearbetar väderdata. Varje halvtimme hämtar det centrala VViS-systemet enligt ett rullande schema data från stationerna och tolkar dessa med hjälp av en vädermodell. Detta tar i genomsnitt 9 min. Informationen bearbetas sedan till väderinformation och halkvarningar i TRISS-systemet. Inom 10 min skickas denna information vidare till hemsidor, radio och RDS-TMC-mottagare. Aktualiteten i systemet blir då totalt 49 min.

Kunder till väderinformationen är både driftpersonal och entreprenörer som ansvarar för vinterväghållningen och trafikanter med TMC. Det kan ta upp till en timme innan halkvarning når trafikanter på vägen. I genomsnitt tar det ca en halvtimme.

Informationskedjan för vinterväghållningen idag är då:

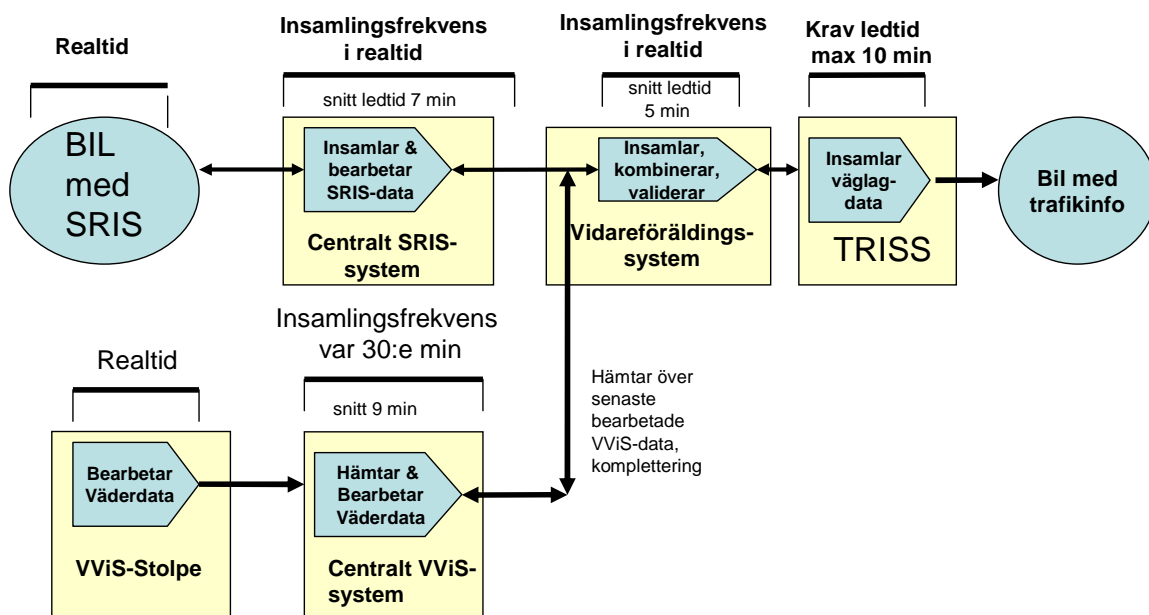
VViS + vädermodell → halkprognos för vägar inom ett bestämt område → plognings- och saltningsinsats → reducerat trafikarbete vid besvärliga väglagsförhållanden → minskad olycksrisk

Informationskedjan för halkvarningar idag är på motsvarande sätt:

VViS + vädermodell → halkprognos för vägar inom ett bestämt område → halkvarningar genom RDS-TMC och i allvarigare fall via rundradio → påverkat trafikarbete vid olika väglagsförhållanden som fått halkvarning → fordon (trafikarbete) med sänkt hastighet → lägre hastigheter och minskad olycksrisk

3.2 Morgondagens situation – Scenario 1

Aktualitet & genomloppstid ->> Aktualiteten är möjlig till 22 min innan den når "kund", dock avhängig om VViS-systemets "insamlingsfrekvens" kan trimmas



Figur 2 Informationskedjan med trimmat VViS-system (Figur: Håkan Bystedt)

Data går via Vägverkets informationssystem TRISS till tjänsteleverantör/kund. Detta scenario förutsätter att man trimmar VViS-systemet vad avser hämttider och kompletterar den centrala vädermodellen med SRIS-data. SRIS matchas med VViS för att utgöra en förbättrad metod för att bedöma väglagssituationen.

Informationskedjan för vinterväghållningen blir nu:

VViS + SRIS + vädermodell → tidigare, fler och säkrare halkprognoser för vägar inom ett bestämt område → snabbare plognings- och saltningsinsats → mindre trafikarbete vid besvärliga väglagsförhållanden än i scenario 0.

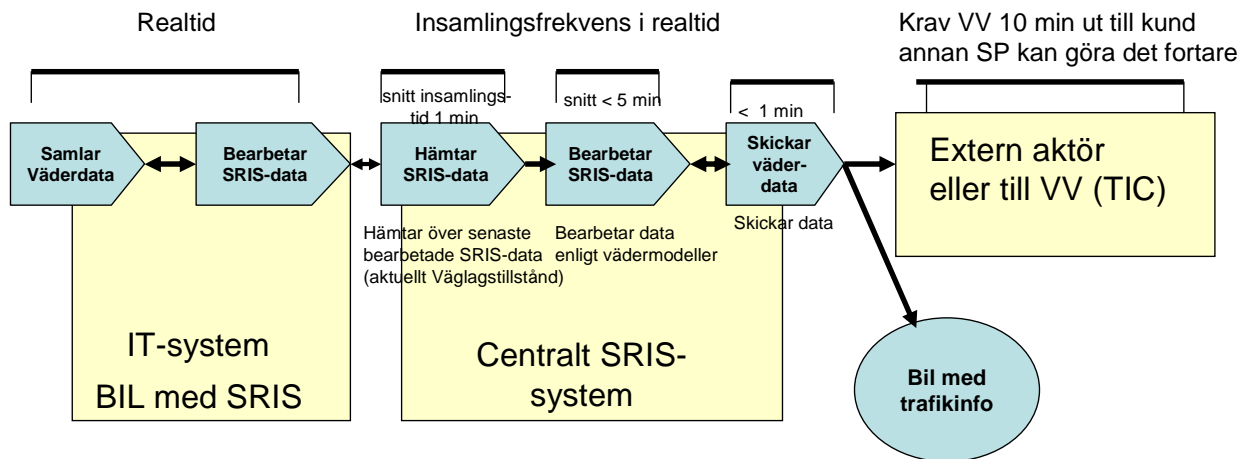
Informationskedjan för halkvarningar blir på motsvarande sätt:

VViS + SRIS + vädermodell → tidigare, fler och säkrare halkprognoser för vägar inom ett bestämt område → tidigare, fler och säkrare halkvarningar genom RDS-TMC och i allvarigare fall via rundradio → ökat trafikarbete vid olika väglagsförhållanden som fått halkvarning → fler fordon (trafikarbete) med sänkt hastighet än i scenario 0 → minskad olycksrisk.

Förutom att informationen sprids snabbare sker också en kvalitetshöjning som innebär att skillnaden mellan informationen om väglaget och det verkliga väglaget minskar.

3.3 Framtidens situation – Scenario 2

Aktualitet & genomloppstid ->> Aktualiteten är möjlig till 7 min innan den når "kund"



Figur 3 Informationskedjan med överföring i realtid (Figur: Håkan Bystedt)

Detta scenario förutsätter att data överförs kontinuerligt i realtid från bilar med SRIS och att alla ledtider trimmas så långt det går. Fördröjningen i informationskedjan blir då minimal. Data går ej via TRISS, utan direkt via tjänsteförmedlare till fordon med RDS-TMC. Trafikarbetet vid besvärliga väglagsförhållanden blir lägre än i scenario 1 och antalet fordon med lägre hastighet blir högre än i scenario 1.

3.4 Scenarier att räkna på:

Nedan summeras de fem scenarier som vi redovisar förutsättningar för i avsnitt 4 och samhällsekonomiska beräkningar för i avsnitt 5:

Scenario 0: dagens situation med 49 min aktualitet i data

Scenario 1a: dagens situation + bättre vinterväghållning genom SRIS med 22 min aktualitet i data

Scenario 1b: dagens situation + bättre vinterväghållning + tillförlitligare halkvarningar genom SRIS med 22 min aktualitet i data

Scenario 2a: dagens situation + bättre vinterväghållning genom SRIS med 7 min aktualitet i data

Scenario 2b: dagens situation + bättre vinterväghållning + tillförlitligare halkvarningar genom SRIS med 7 min aktualitet i data

4 Förutsättningar och antaganden

Följande data är nödvändiga för att genomföra de samhällsekonomiska beräkningarna:

- Trafikarbete vid olika väglag vid dagens vinterväghållning i framtidsscenerierna
- Antagande om förändring av plogning och saltning
- Trafikarbete vid olika väglag vid morgondagens snabbare plogningsinsats
- Andel trafik vid halka som nås av skarp halkvarning idag
- Andel trafik vid halka som nås av snabbare och säkrare halkvarning i framtidsscenerierna
- Hastighet vid olika väglag vid dagens vinterväghållning
- Hastighet vid olika väglag vid morgondagens snabbare plogningsinsats (antas oförändrad)
- Hastighet vid olika väglag vid tillförlitligare halkvarningar genom RDS-TMC och radio

4.1 Berört trafikarbete av SRIS

Totalt trafikarbete i Sverige uppskattas av SIKA till 75 miljarder fordonskilometer år 2006 grundat på körlängder (SIKA, 2007).

Totalt trafikarbete på det statliga vägnätet uppskattas av Vägverket till 49 miljarder fordonskilometer (ÅDT) år 2002 grundat på trafikräkningar (Vägverket, 2003). Denna rapport används för att skatta fördelningen av trafik på olika vägtyper. Av rapporten framgår att trafikarbete på europa- och riksvägar är 31 miljarder fkm = 63%. Tabellen nedan visar fördelningen på olika trafikklasser.

Tabell 4 Fördelning av trafikarbete mellan trafikklasser

Trafikklass	Genomsnittligt flöde (ÅDT)	Väglängd, km	Trafikarbete (miljarder fkm)	Andel av statliga vägar
VVK1 ÅDT > 16000	36000	291,9	3,8	7,8%
VVK2 ÅDT 8000-16000	12000	2126,1	9,3	19,0%
VVK3 ÅDT 2000-8000	4000	12984,8	19,0	38,6%
Övriga stat. vägar	200	85000	17,0	34,6%

Vi antar, att SRIS i första hand berör vinterstandardklasserna 1-3, dvs. med trafik över 2000 fordon/dygn.

Totalt berört trafikarbete med SRIS över 2000 fordon/dygn (ÅDT) blir då ca 65%, dvs. nära summan för europa- och riksvägar som är 63%.

SRIS-projektet avses främst gälla södra och mellersta Sverige från Skåne över Västsverige till Stockholm och södra Norrland. Undantas Region Norr (7%) återstår 93% av trafikarbetet i Sverige (Vägverket, 2003).

4.2 Berört trafikarbete med halkvarningar

För att kunna uppskatta hur stort trafikarbete som nås av relevanta halkvarningar måste vi göra en hel del antaganden.

Utsändning av halkvarningar genom RDS-TMC:

Antaganden framgår av tabell 5 nedan.

Med initiering menas den tid det tar innan en mottagare nås av TMC-meddelanden i början av resan. Denna kan för mobila system idag överstiga en halvtimme.

Med aktualitet avses tid från ändrat vägslag tills det sänds ut via TMC. Värdena har tagits direkt från avsnitt 3.

Med bearbetningstid SRIS menas tiden det tar för SRIS att leverera data av tillräcklig kvalitet. Ett bestämt antal fordon behöver ha passerat platsen, vilket gör att bearbetningstiden är proportionell mot trafikflödet och blir längre för standardklasserna VVK1 och VVK3. Det är f.n. oklart exakt hur många fordon som behövs för att nå avsedd

kvalitet, men storleksordningen 3000-10000 fordon har diskuterats. Vi antar att bearbetningstiden tid är 1 minut för VVK1 och ökar sedan till 9 minuter för VVK3.

Summeras de tre deltiderna får man den totala tiden innan meddelande visas på RDS-TMC-mottagare.

Tabell 5 Beräknade utsändningstider i scenario 0, 1 och 2.

Utsändning, TMC	Scen. 0	Scen. 1	Scen. 2
Initiering, TMC, min	10	5	5
Aktualitet TMC, min	49	22	7
Insamlingstid, SRIS, min			
VVK1		1	1
VVK2		3	3
VVK3		9	9
Total tid innan meddelande visas, min			
VVK1	59	28	13
VVK2	59	30	15
VVK3	59	36	21

Mottagning av halkvarningar via RDS-TMC:

Vi har antagit att andelen användare av TMC uppgår till 5% år 2008. I september 2007 uppgick antalet personbilar, lastbilar och bussar i trafik till 4,9 miljoner. 5% betyder då ca 250 000 TMC-mottagare. I framtidsscenarierna antas 25% mottagare svarande mot ca 1,25 milj. Övriga antaganden framgår av tabell 6 nedan.

Med yttäckning menas hur meddelanden når ut för olika vägar. Vi antar att täckningen idag innebär att relevanta meddelanden bara når ut i liten utsträckning till vägar med trafik under 8000 f/d (VVK3). I framtidsscenarierna med SRIS tror vi även att VVK3 täcks in.

Tabell 6 Beräknad andel mottagare av halkvarningar i scenario 0, 1 och 2.

Mottagning, TMC	Scen. 0	Scen. 1	Scen. 2
Yttäckning: Trafikklasser	VVK1-2	VVK1-3	VVK1-3
VVK1	100%	100%	100%
VVK2	100%	100%	100%
VVK3	0%	100%	100%

Andel av RDS-TMC-mottagare, som får meddelande			
VVK1	22%	63%	98%
VVK2	16%	47%	73%
VVK3	0%	32%	49%
Summa, andel	0,2%	6,5%	10,1%

Andelen i varje klass som får meddelande har bedömts med ledning av reslängdsfördelningar från SIKAs kontinuerliga resvaneundersökningar. Vi har reducerat andelen möjliga mottagare med 25% i VVK2 och med 50% i VVK3 eftersom vägar med mindre trafik innehåller mer pendlingsresor där man inte hinner med att få meddelanden innan man når målet för resan.

Totalt skulle med dessa antaganden andelen som kan nås av en relevant halkvarning vara 0,2% idag och ca 10% i scenario 2. För att få fram summan har vi multiplicerat andelen som får meddelanden med andelen trafikarbetet för resp. klass.

Utsändning av halkvarningar genom rundradio:

Antaganden framgår av tabell 7 nedan. Med interntid menas egentligen den tid det tar från att man sätter sig i bilen tills meddelanden första gången tas emot i början av resan. Denna tid är beroende på den interna tiden som radiostationen behöver innan utsändning.

Tabell 7 Beräknade utsändningstider för radio i scenario 0, 1 och 2.

Utsändning, radio	Scen. 0	Scen. 1	Scen. 2
Interntid, radio, min	15	10	10
Aktualitet radio, min	49	22	7
Total tid innan meddelande hörs, min	64	32	17

Mottagning av halkvarningar genom rundradio:

Vi har antagit att andelen användare av rundradio uppgår till 75% i samtliga tre scenarier. Andelen är lite högre än vad som framkommit i olika undersökningar under 2007 och tidigare. I samband med besvärligt vägslag kan man dock anta att en något större andel lyssnar på radion. Övriga antaganden framgår av tabell 8 nedan.

Tabell 8 Beräknad andel mottagare av halkvarningar i scenario 0, 1 och 2

Mottagning, radio	Scen. 0	Scen. 1	Scen. 2
Yttäckning	VVK1	VVK1-2	VVK1-2
VVK1	100%	100%	100%
VVK2	0%	100%	100%
VVK3	0%	0%	0%

Andel av mottagare av rundradio, som får meddelande			
VVK1	20%	54%	82%
VVK2	15%	41%	61%
VVK3	0%	0%	0%
Summa, andel	3,3%	9,0%	13,5%

Totalt skulle med dessa antaganden andelen som kan nås av en relevant halkvarning vara drygt 3% idag och ca 13,5% i scenario 2.

Summering av trafikarbete som nås av halkvarningar av halkvarningar:

I tabell 9 nedan summeras andel mottagare (trafikarbete) som nås av halkvarning antingen genom RDS-TMC eller rundradio. Vid beräkningen har vi tagit hänsyn till andelen som är utrustade med RDS-TMC resp. lyssnar på rundradio i de olika scenarierna.

Tabell 9 Totalt trafikarbete i olika trafikklasser som nås av halkvarningar

Summa, halkvarning via TMC eller radio	Scen. 0	Scen. 1	Scen. 2
VVK1	16%	50%	71%
VVK2	12%	39%	56%
VVK3	0%	8%	12%

4.3 Hastigheter och risktal vid olika väglag

Medelhastigheter, olycksrisk och allvarlighetsföljd för de tre vinterstandardklasserna har antagits med ledning av förmätningar i försöken med variabel hastighet (VH) på väderstyrda vägar i Halland och Blekinge (Vägverket, 2008).

Värdena för VVK1 följer mätresultaten för Halland, som var motorväg med ca 18000 f/d och 110 km/h före införande av VH. Denna väg antas vara representativ för vägar över 16000 f/d (ÅDT). Värdena för VVK2 följer mätresultaten för Blekinge, som var mötesfri motortrafikled med ca 8500 f/d och 90 km/h före införande av VH. Denna väg antas vara representativ för vägar över 8000 f/d (ÅDT). Värdena för VVK3 är extrapoleringar för en tvåfältig väg med lägre trafikflöde.

Tabell 10 Medelhastighet, olycksrisk och allvarlighetsföljd för olika vinterstandardklasser.

Risktal VVK1	Vmed	Friktion	Ok abs	AF abs
110, f>0.4, barmark	106,8	0,9	0,20	0,089
110, f=0.4, våt körbana	105,0	0,4	0,58	0,084
110, f=0.3, snö	102,9	0,3	0,82	0,078
110, f=0.2, is	102,5	0,2	1,39	0,076
110, f=0.1, svår ishalka	95,0	0,1	3,17	0,058

Risktal VVK2	Vmed	Friktion	Ok abs	AF abs
90, f>0.4, barmark	99,8	0,9	0,25	0,173
90, f=0.4, våt körbana	99,0	0,4	0,72	0,168
90, f=0.3, snö	98,7	0,3	1,04	0,166
90, f=0.2, is	98,0	0,2	1,76	0,162
90, f=0.1, svår ishalka	94,7	0,1	4,18	0,142

Risktal VVK3	Vmed	Friktion	Ok abs	AF abs
90, f>0.4, barmark	96,0	0,9	0,31	0,173
90, f=0.4, våt körbana	95,5	0,4	0,88	0,170
90, f=0.3, snö	95,2	0,3	1,27	0,168
90, f=0.2, is	94,8	0,2	2,15	0,165
90, f=0.1, svår ishalka	92,5	0,1	5,16	0,151

Vmed avser genomsnittlig hastighet för bilar, lastbilar och bussar.

Ok abs avser olyckskvot d.v.s. antal olyckor inkl egendomsskadeolyckor per miljon fordonskm (ÅDT). Vid lägre friktion ökar olycksriskerna snabbt och är mer än 15 ggr högre vid svår ishalka.

AF abs avser allvarlighetsföljd, dvs. antal dödade och svårt skadade per olycka. Vid lägre hastigheter minskar allvarlighetsföljden.

4.4 Hastigheter och risktal med halkvarningar

Med relevanta halkvarningar kan trafikanternas väntas sänka sina hastigheter. I VH-projektet har uppmätts 14-20 km/h lägre hastigheter vid is och svår ishalka än den spontana anpassning till väglaget som trafikanterna självmant gör (Vägverket, 2008).

Det är osäkert vilken anpassning som trafikanterna gör med dagens halkvarningar, som ofta kan vara sena och kan avse ett större område. Med mer lokala precisa halkvarningar som skulle kunna vara möjliga med SRIS borde hastighetsanpassningen kunna förbättras. Erfarenheten visar att system i bilen borde ge bättre hastighetsanpassning än system utanför bilen som i VH-projektet. Vi har därför antagit att de resultat som uppmätts i VH-projektet är möjliga att nå även med SRIS.

Studier har gjorts med VTI:s körsimulator för ett liknande system i EU-projektet INTRO (VTI,2007). Där uppmättes 10-15 km/h lägre hastigheter med halkvarningar som bestod av rekommenderade hastigheter. Situationerna som studerades var dock inte direkt jämförbara. Resultaten är dock i samma storleksordning som för VH-projektet.

Formen som halkvarningarna ges (HMI) är viktigt för effekten som erhålls. Otydliga halkvarningar utan precisering till vägsträcka kan väntas ge lägre effekt än då halkan

kan preciseras till ett kortare vägvagnsnitt. Enbart information om risk för halka kan väntas ge mindre effekt än rekommenderade hastigheter. När vi använder VH-resultaten som utgångspunkt för beräkningarna visar detta därför den möjliga **potentialen** med rekommenderade hastigheter. Ges bara information om halka blir troligen hastighetssänkningen högst hälften så stor. Om halkan inte är preciserad tillräckligt till vägsträcka blir sänkningen ännu mindre.

Antagna värden med halkvarningar, som bygger på mätningar i VH-projektet, framgår av tabell 11 nedan.

Tabell 11 Medelhastighet, olycksrisk och allvarlighetsföljd för olika vinterstandardklasser med halkvarningar i form av rekommenderade hastigheter.

Risktal VVK1	Vmed	Friktion	Ok abs	AF abs
110, f>0.4, barmark	106,8	0,9	0,20	0,089
110, f=0.4, våt körbana	104,3	0,4	0,57	0,082
110, f=0.3, snö	101,2	0,3	0,81	0,073
110, f=0.2, is	88,9	0,2	1,20	0,045
110, f=0.1, svår ishalka	78,9	0,1	2,63	0,029

Risktal VVK2	Vmed	Friktion	Ok abs	AF abs
90, f>0.4, barmark	99,8	0,9	0,25	0,173
90, f=0.4, våt körbana	93,5	0,4	0,68	0,136
90, f=0.3, snö	88,3	0,3	0,93	0,110
90, f=0.2, is	80,0	0,2	1,43	0,076
90, f=0.1, svår ishalka	69,9	0,1	3,08	0,046

Risktal VVK3	Vmed	Friktion	Ok abs	AF abs
90, f>0.4, barmark	96,0	0,9	0,31	0,173
90, f=0.4, våt körbana	89,7	0,4	0,83	0,135
90, f=0.3, snö	84,5	0,3	1,13	0,108
90, f=0.2, is	76,2	0,2	1,73	0,074
90, f=0.1, svår ishalka	66,1	0,1	3,69	0,043

4.5 Fördelning av trafikarbete på väglag

Lägsta tillåtna friktionstal innan halkbekämpning är 0,35 enligt VV:s regelverk. Förekomsten av olika friktionstal på större vägar i Södra Sverige (VVK1, Halland) uppdelat på trafikarbete är enligt VH-projektet (Vägverket, 2008):

Tabell 12 Uppmätt andel väglag för helår enligt VViS-data.

Väglag	Skattad andel före halkbekämpning (enligt VViS-data)	Skattad andel efter halkbekämpning
Torrt väglag, $f > 0,4$	87,1%	89,1%
Våt körbana; $f = 0,4$	2,0%	6,0%
Snö; $f = 0,3$	2,9%	3,4%
Is; $f = 0,2$	4,2%	1,2%
Svår ishalka; $f = 0,1$	3,8%	0,5%

Värdena på trafikarbetsfördelningen före halkbekämpning har hämtats från föremätningarna baserat på VViS-data i Halland. Dessa värden är **osäkra**. För en säkrare bedömning bör en kartläggning göras av väglaget före och efter halkbekämpning för olika vinterstandardklasser och regioner i Sverige. Detta arbete pågår delvis genom VTI:s arbete med utveckling av vintermodellen (VTI, 2006).

Mer eller mindre halka råder således enligt VViS-mätningarna för ca 13% av trafikarbetet före halkbekämpning. Omkring 11% avser vinterförhållanden med $f < 0,35$. Halkbekämpningen bedöms minska denna andel till ca 5%.

Antag att idag halkbekämpning i medeltal sker inom 60, 90 resp. 120 minuter för VVK 1-3. Antag att SRIS innebär att halkbekämpning sker 25 resp. 45 minuter tidigare. Det innebär ca 20-50% tidigare.

Antag att antal hela halkdagar är 40 dvs. 11% totalt under året (enligt VViS-data) och att dessa inträffar under vinterhalvåret (1 nov-30 april). Antag, att trafiken drabbas av halka enligt VViS-data före halkbekämpning. Det tar sedan tid enligt antagandena ovan innan värdena i den högra kolumnen gäller. För halkdagar får vi då värden enligt tabell 13 med motsvarande beräkningar för alla vinterstandardklasser. För scenarier med halkvarningar (1b och 2 b) får vi dessutom lägre hastigheter vid olika väglag enligt tabell 11.

Tabell 13 Trafikarbete med olika väglag under halkdagar för scenario 0, 1 och 2.

VVK1 ÅMD > 16000	Skattad andel Sc 0 (halkdag)	Skattad andel Sc 1 (halkdag)	Skattad andel Sc 2 (halkdag)
Torrt väglag, $f > 0,4$	72,9%	73,0%	73,1%
Våt körbana; $f = 0,4$	13,3%	13,6%	13,7%
Snö; $f = 0,3$	8,0%	8,1%	8,1%
Is; $f = 0,2$	3,7%	3,5%	3,4%
Svår ishalka; $f = 0,1$	2,1%	1,9%	1,8%

VVK2 ÅMD 8000-16000	Skattad andel Sc 0 (halkdag)	Skattad andel Sc 1 (halkdag)	Skattad andel Sc 2 (halkdag)
Torrt väglag; $f > 0,4$	72,6%	72,7%	72,8%
Våt körbana; $f = 0,4$	12,8%	13,0%	13,2%
Snö; $f = 0,3$	8,0%	8,0%	8,0%
Is; $f = 0,2$	4,1%	3,9%	3,8%
Svår ishalka; $f = 0,1$	2,5%	2,3%	2,2%
VVK3 ÅMD 2000-8000	Skattad andel Sc 0 (halkdag)	Skattad andel Sc 1 (halkdag)	Skattad andel Sc 2 (halkdag)
Torrt väglag; $f > 0,4$	72,4%	72,5%	72,6%
Våt körbana; $f = 0,4$	12,3%	12,5%	12,7%
Snö; $f = 0,3$	7,9%	7,9%	7,9%
Is; $f = 0,2$	4,5%	4,3%	4,2%
Svår ishalka; $f = 0,1$	3,0%	2,8%	2,6%

5 Samhällsekonomiska beräkningar

I tabellerna nedan redovisas resultatet av de samhällsekonomiska beräkningarna.

Scenario 1a: dagens situation + bättre vinterväghållning med 22 min aktualitet i underlagsdata genom komplettering av VViS med SRIS

Scenario 1b: dagens situation + bättre vinterväghållning + tillförlitligare halkvarningar genom SRIS med 22 min aktualitet i data

Scenario 2a: dagens situation + bättre vinterväghållning genom SRIS med 7 min aktualitet i data

Scenario 2b: dagens situation + bättre vinterväghållning + tillförlitligare halkvarningar genom SRIS med 7 min aktualitet i data

5.1 Trafiksäkerhet

För att kunna uppskatta säkerhetseffekten används risktal (olyckskvot och allvarlighetsföljd) för olika vägtyper, hastighetsgränser och väglagsförhållanden utan halkvarningar enligt *Tabell 10* samt med halkvarningar enligt *Tabell 11*. Med ledning av dessa kan förändringen i olycksutfall uppskattas med hjälp av lämplig potensmodell. Om vi utgår från den traditionella modellen¹ så innebär en hastighetssänkning från 100 km/h till 90 km/h att risken för dödade och svårt skadade reduceras till $(90/100)^{3,7} = 68$ %. För att kunna beräkna den genomsnittliga effekten måste vi veta hastighetsföränd-

¹ Med nya potensvärden för dödade =4,5 och dödade inkl. svårt skadade =3,7 enligt VTI

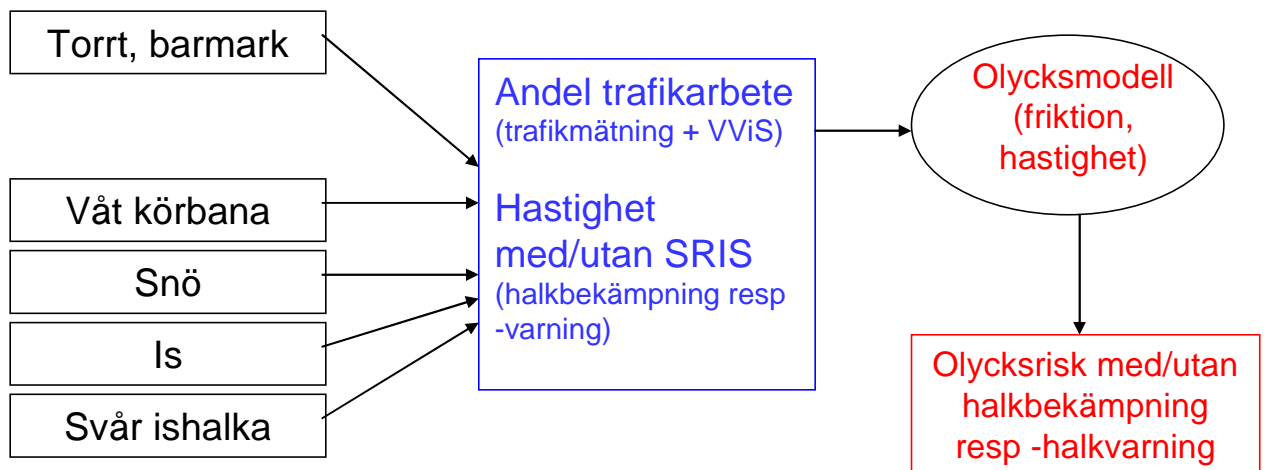
ringarna vid alla väglagsförhållanden och hur många fordon som trafikerar vägen under de olika förhållandena.

Risktal (olyckskvot och allvarighetsföljd) som funktion av väglag (friktion, f) och genomsnittlig körhastighet har beräknats i *Tabell 10 och 11*. En förhållandevis enkel sådan modell togs fram i början av 90-talet för TOSCA-projektet (Öberg, 1994).

$$\text{Olycksrisken} = v/v_{\text{torrt väglag}} * (0,9/f)^{1,3}$$

Modellen resulterar i 5,9 ggr förhöjd risk vid is (f=0,2) och 3,6 ggr vid snö (f=0,3). Motsvarande kan beräknas för övriga väglagsförhållanden.

Den totala olyckseffekten beräknas sedan genom att summera effekterna vid olika väglagsförhållanden.



Figur 4 Modell för beräkning av förändrad olycksrisk

Resultatet av beräkningarna redovisas i Tabell 14 nedan.

Trafiksäkerhet	Sc 1a (halkbekämpning)	Sc 1b (halkbekämpning + varning)	Sc 2a (halkbekämpning)	Sc 2b (halkbekämpning + varning)
Olycksförändring, antal olyckor				
VVK1	-2,5	-5,0	-4,5	-8,2
VVK2	-8,1	-21,4	-14,4	-35,4
VVK3	-20,3	-32,1	-36,3	-53,9
Summa	-30,9	-58,4	-55,2	-97,5
Mkr/olycka	1,5	3,1	1,5	3,0
Nytta, Mkr/år	47	182	84	293

Nyttan varierar mellan 47 Mkr i scenario 1a och 293 Mkr i scenario 2b. Störst nytta erhålls för VVK3, d.v.s. vägar med mellan 2000 och 8000 f/d. Detta beror givetvis på att trafikarbetet är ca 5 ggr större än för VVK1 och dubbelt så stort som för VVK2 enligt *Tabell 4*.

Olycksvärderingen är högre i scenarierna 1b och 2b. Detta beror på att skadeföljden minskar mer än antalet olyckor när hastigheten sänks till följd av halkvarningar.

5.2 Framkomlighet

Restidsförändringar har beräknats med ledning av antagna värden enligt *Tabell 10 och 11*. Detta har sedan omräknats till restidseffekter med ledning av tidsvärden enligt Vägverkets samhällsekonomiska modell (Eva).

Framkomlighet	Sc 1a (halkbekämpning)	Sc 1b (halkbekämpning + varning)	Sc 2a (halkbekämpning)	Sc 2b (halkbekämpning + varning)
Restidsförändring, 1000-tal timmar				
VVK1	-0,9	14,5	-1,6	22,0
VVK2	-1,0	88,4	-1,9	141,6
VVK3	-1,6	62,6	-2,8	94,6
<i>Summa</i>	-3,5	165,5	-6,3	258,1
kr/tim	167	167	167	167
Nytta, Mkr/år	0,6	-27,6	1,0	-43,1

Tidsvärdet har antagits vara 167 kr/fordonstimme vid en genomsnittlig lastbilandel på 12%.

Nyttan varierar mellan -43 Mkr i scenario 2b och +1,0 Mkr i scenario 2a. Restidsnyttan blir positiv i scenarierna 1a och 2a som innebär att halkbekämpningen blir snabbare. Hastigheterna ökar då genom att väglaget blir bättre. Restidsnyttan blir negativ i scenarierna 2a och 2b, eftersom hastigheten sänks vid halkvarningar. Totalt sett ger dock halkvarningar positiv nytta, eftersom trafiksäkerheten blir betydligt bättre.

Störst nytta erhålls i scenarierna 1b och 2b för VVK2. Detta beror på att halkvarningar enligt antaganden i *Tabell 9* når fler användare i VVK2 än i VVK3.

5.3 Miljö och klimat

Beräkning av avgasemissioner har gjorts enligt den s.k. VETO-modellen. Här har använts modellens metod för länkeffekter, dvs. effekter i korsning antas inte påverkas.

VETO-modellen har utvecklats vid VTI och är implementerad i programmen Eva och Samkalk. Modellen beräknar emissioner av kväveoxider, kolväten och partiklar samt förbrukning av bensin och diesel. Här har enbart beräkningar för koldioxid genomförts. Bränsleförbrukningen är underlag för beräkning av emissioner av koldioxid. Beräkningar har gjorts för respektive väglagsklass.

För respektive fordonstyp görs åtskillnad genom fordonsbeståndets uppdelning i fordonskategorier, vilka har olika egenskaper från energiförbrukningssynpunkt. Det betyder att beräkningsåret har inverkan på resultaten, eftersom fordonsparkens sammansättning varierar över tiden. I detta fall har använts beräkningsår 2007.

Indata för emissionsberäkningar är trafikens reshastighet, som normalt beräknas med en reshastighetsmodell. I detta fall har reshastighetsdata enligt modell ersatts med motsvarande uppgifter för respektive väglagsklass.

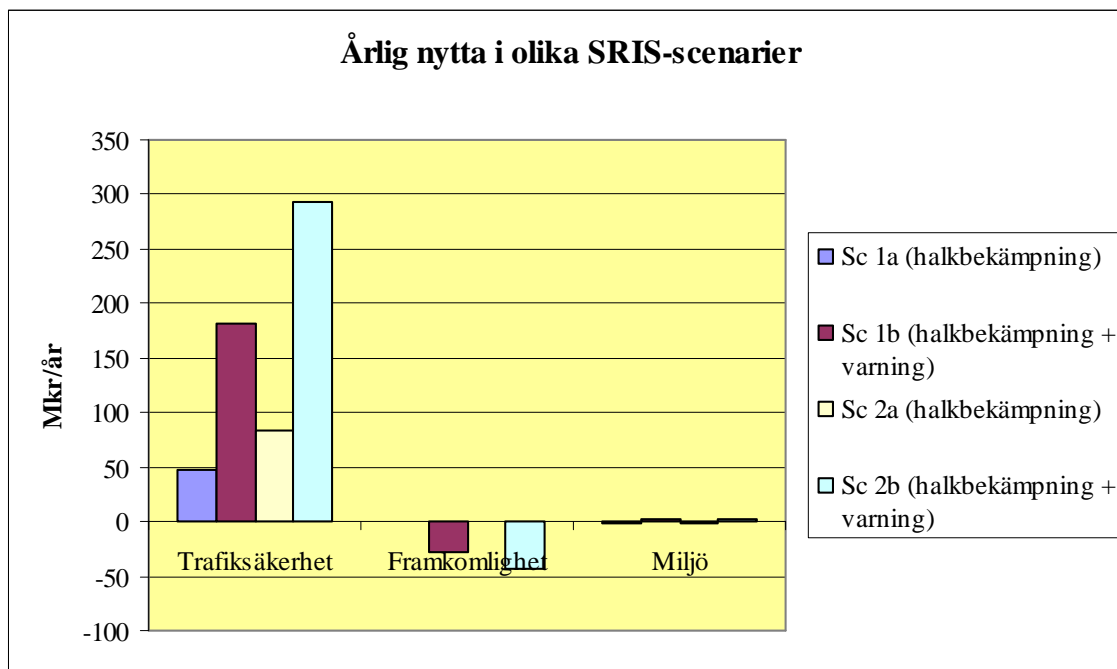
Emissioner	Sc 1a (halkbekämpning)	Sc 1b (halkbekämpning + varning)	Sc 2a (halkbekämpning)	Sc 2b (halkbekämpning + varning)
Förändring av avgasemissioner, kton koldioxid				
VVK1	0,1	-0,1	0,1	-0,1
VVK2	0,2	-0,7	0,3	-1,2
VVK3	0,4	-0,2	0,5	-0,4
<i>Summa</i>	0,7	-1,0	0,9	-1,7
kr/kg CO2	1,73	1,72	1,73	1,72
Nytta, Mkr/år	-1,2	1,7	-1,5	2,9

Avgasvärdet har antagits vara 1,7 kr/kg koldioxid.

Nyttan varierar mellan -1,5 Mkr i scenario 2a och +2,9 Mkr i scenario 2b. Nyttan av minskade avgasemissioner är störst i scenario 2b eftersom hastigheterna reduceras mest i detta scenario. I scenario 2a ökar i stället hastigheterna genom snabbare väghållningsinsats. Effekterna är dock små.

5.4 Summa samhällsekonomisk nytta

Summa nytta i de olika scenarierna framgår av *Figur 5*. Nyttan varierar från 47 Mkr/år i scenario 1a till 253 Mkr/år i scenario 2b. Trafiksäkerhetsnyttan är helt dominerande.



Figur 5 Årlig samhällsekonomisk nytta för SRIS-scenarier (Obs! Kostnader ej beräknade)

Om vi räknar med en avskrivningstid på 20 år för SRIS-utrustningen inkl bearbetning, en kalkylränta (rensad från inflation) på 4% och en trafiktillväxt på 1,5% årligen får vi en total nytta på mellan 700 och 3900 miljoner kr. Resultatet av beräkningarna redovisas också i tabell 14 nedan.

Tabell 14 Summering av samhällsekonomisk nytta för olika SRIS-scenarier

Nytta, Mkr/år	Sc 1a (halkbekämpning)	Sc 1b (halkbekämpning + varning)	Sc 2a (halkbekämpning)	Sc 2b (halkbekämpning + varning)
Nytta, Mkr/år				
Trafiksäkerhet	47,1	182,2	84,2	293,1
Framkomlighet	0,6	-27,6	1,0	-43,1
Miljö	-1,2	1,7	-1,5	2,9
Summa	47	156	84	253
Totalt under 20 år, Mkr (avrundat)	700	2 400	1 300	3 900

Det har inte ingått i uppdraget att beräkna kostnader för systemet. Inga nytto-kostnadskvoter kan därför anges. Den potentiella nyttan för snabbare halkbekämpning och omfattande halkvarningen tycks dock vara mycket stor.

6 Diskussion

Totala nyttan av SRIS bedöms enligt ovan till totalt 700-3900 Mkr under en tjugoårsperiod. En rad antaganden har varit nödvändiga för att genomföra beräkningarna. Viktigast är trafikarbetsfördelningen på olika vägslag före och efter halkbekämpning. För en säkrare bedömning bör en kartläggning göras för olika vinterstandardklasser och regioner i Sverige.

Resultatet för scenario 2b visar systemets maximala potential, som förutsätter mycket snabbare hantering av halkvarningar och mycket större spridning av dessa. Det förutsätter också att fordonens HMI förbättrats så att halkvarningar kan ges i form av rekommenderade hastigheter och inte bara allmänna halkvarningar.

Finska resultat för variabel hastighet antyder att lokala halkvarningar sänker hastigheten något mindre än rekommenderade hastigheter. Tillsammans blir effekten dock mycket större än med enbart rekommenderad hastighet.

Dagens system med ofta allmänna halkvarningar för längre sträckor eller större områden kan därför antas ge betydligt lägre nytta än som beräknats för scenarierna 1b och 2b. Om emellertid HMI-frågan kan lösas och informationen förädlas till rekommenderad hastighet i bilen bör de beräknade effekterna i scenarierna 1b och 2b vara uppnåbara.

De omedelbart tillämpbara resultaten avser dock scenarierna 1a och 2a. i dessa fall är det enbart väghållningsinsatsen som effektiviseras och snabbas upp. Resultatet i scenario 1a bör vara uppnåbart om den skisserade informationshanteringen i *Figur 2* är realistisk.

Referenser

- Lindkvist, Anders (2007) Aktuell restid på VMS. Resultat från försök på E4/E20 i Stockholm – en aktivitet inom ramen för Fasan-projektet.
- SIKA (2007) Trafikarbetet 1950-2006. Statens institut för kommunikationsanalys.
- SRIS (2007) Slippery Road Information System (SRIS). Rapport första säsongen. September 2007.
- VTI (2006) Tema Vintermodell. Etapp 2. Carl-Gustaf Wallman m.fl.
- VTI (2007) INTRO. Intelligent Roads. Deliverable 2.3 Simulator Study. Katja Kircher.
- Vägverket (2003) Trafikarbetsrapport 2002. Publ 2003:110.. Paul Holmgren, Vägverket Konsult.
- Vägverket (2002a) VINTER 2003. Val av vinterväghållningsstandard. VV Publ 2002:147
- Vägverket (2002b) ATB VINTER 2003. Allmän teknisk beskrivning. VV Publ 2002:148
- Vägverket (2008) Variabel hastighet. Väderstyrd väg. Anders Lindkvist, Movea.
- TRISS-statistik avseende perioden 2006-10-01 till 2007-05-01 har erhållits av Fredrik Möller, Vägverket.

movea

www.movea.se

fornamn.efternamn@movea.se

Movea trafikonsult AB
Hammarby Fabriksväg 25
120 33 STOCKHOLM