

Halkbekämpning

- I Ålands landskapsregerings vägnät

Datum: 2024-12-13

Beställare: Ålands landskapsregering

Konsult: AFRY

Arbetsgrupp

Kjell Almgren, uppdragsledare

Sophie Hellmin, utredare

Jonas Edberg, utredare

Version: Slutversion

Bilder: AFRY där inte annat anges

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4	8.3	Rätt metod vid rätt tidpunkt	26
1.1	Syfte och mål	4	8.4	Kostnad	28
1.2	Avgränsningar.....	4	8.5	Saltets miljöpåverkan.....	29
1.3	Definitioner	4	8.6	Ökat slitage och underhåll.....	29
1.4	Metod	4	8.7	Övrig information om utrustning	29
2	Nulägesbeskrivning	4	8.8	Skynda långsamt.....	30
2.1	Klimat	4	9	Avslutning.....	31
2.2	Dagens halkbekämpning	6	10	Referenser.....	32
2.3	Trafikflöden	7			
2.4	Olycksstatistik	7			
2.5	Högsta tillåtna hastighet.....	8			
3	Förändrad vinterväghållning.....	9			
4	Omvärldsbevakning.....	10			
4.1	Klimatförhållanden	10			
4.2	Halkbekämpning	12			
4.3	Lagstiftning vinterdäck.....	13			
4.4	Finska vinterhastigheten	13			
4.5	Trafikmeddelanden.....	14			
5	Halkbekämpningsmetoder	15			
5.1	Mekanisk halkbekämpning	15			
5.2	Kemisk halkbekämpning.....	16			
5.3	Övriga metoder.....	18			
6	Utvärdering metoder	20			
7	Rekommendationer	22			
7.1	Implementering	22			
7.2	Rekommendation utrustning.....	23			
7.3	Lämpligt vägnät	24			
8	Halkbekämpning med salt	26			
8.1	Dagen tre metoder att sprida salt	26			
8.2	Metod vid väderutfall	26			

Sammanfattning

Utredningen anser att det finns skäl att införa ytterligare metoder för halkbekämpning i delar av Ålands landskapsregerings vägnät.

Vinterväghållningen på Åland står inför förändringar. De nuvarande metoderna för halkbekämpning motsvarar inte längre de krav som ställs av samhället och näringslivet. Behovet av förbättrade åtgärder är särskilt tydligt på vägar som belastas av tung trafik, där säkerheten och framkomligheten är avgörande för att transporterna ska kunna fortgå under vinterhalvåret.

Både Meteorologiska institutet och SMHI har slagit fast att vädret förändras. Det har blivit varmare på vintern och nederbörden har ökat. Den vinterväghållning som tidigare fungerat i en region kan sluta fungera med det förändrade vädret.

Driftpersonalen som utför snöröjnings- och halkbekämpningsåtgärder på Åland har uttryckt svårigheter med att hålla vägarna acceptabelt framkomliga och halkfria med enbart plogning, grusning och isrivning. Den kontinuerliga trafiken under stora delar av dygnet packar snön, vilket omvandlar den till is och försvårar vägunderhållet.

Ett av de sju strategiska utvecklingsmålen i Ålands hållbarhetsagenda är Attraktionskraft. Det handlar om att skapa en trygg och attraktiv miljö för både boende och företag genom att säkerställa god framkomlighet och tillgång till välutvecklad infrastruktur.

Att minska antalet olyckor genom förbättrad halkbekämpning är en investering som kan vara svår att värdera direkt, men som har en positiv inverkan på samhället. En förbättrad halkbekämpning kan öka framkomligheten, minska restiden och förebygga olyckor – faktorer som i sin tur ger samhällsekonomiska vinster.

För att förbättra framkomligheten och trafiksäkerheten rekommenderas implementering av ny halkbekämpningsmetod på det allmänna vägnätet baserat på följande 3 steg:

Steg 1:

Under vintern 2024/2025 används de tidigare metoderna med plogning, grusning och isrivning vilka kompletteras med Raiko icebreaker. Även sänkta hastigheter och trafikmeddelanden kan övervägas.

Steg 2:

Om det efter utvärdering av halkbekämpning enligt Steg 1 framkommer att ordinarie halkbekämpning med tillskott av Raiko icebreaker inte är tillräcklig, rekommenderas att testa halkbekämpning med salt på vägsträckorna väg 3 (Lemlandsvägen/Långnäsvägen) och väg 1 (Eckerövägen/Hammarlandsvägen).

För minimera investeringskostnaderna under en testperiod rekommenderas att saltspridning endast sker med befuktat salt. Rekommendationen är att endast vatten används som befuktningsmedel. Att befukta med endast vatten i stället för saltlake innebär att blandningsutrustning inte behöver köpas in.

Under testperioden rekommenderas att en kombinerad saltspridare för salt och befuktat salt med isolerad vattentank köps in. Saltspridare med isolerad tank och värmare kostar i storleksordningen 40–45 000 Euro exklusive VAT.

Steg 3

Beslutas det efter testperioden att salt ska införas som halkbekämpning på fler vägar där Landskapsregering är väghållare rekommenderas att samtliga tre metoder för saltspridning implementeras. Vid implementering av saltspridning kan då all utrustning som behövs köpas in och investeringskostnaden som följer är då försvarbar.

Utöver denna saltspridare behöver fler saltspridare köpas in beroende på hur många vägsträckor som ska saltas. Rekommendationen är då att köpa tallriksspridare på flakväxlarram och som kan sprida salt enligt de tre metoderna; saltlake, befuktat salt och torskalt. Till detta behöver även en blandningsutrustning (saturator) köpas in.

Avvägningen kring vägsalt handlar om att balansera trafiksäkerhet, samhällsekonomiska kostnader och miljöpåverkan. Vägsalt har en positiv effekt på trafiksäkerheten genom att minska halkrisken och därmed reducera antalet olyckor. Samtidigt finns långsiktiga negativa effekter på både fordon och miljö. Vägsalt bidrar till korrosion, vilket leder till en kortare livslängd för fordon samt ökade reparations- och underhållskostnader. När dessa faktorer vägs mot varandra – olyckor kontra korrosion – framgår att kostnaderna för trafikolyckor, inklusive personskador och förlorad arbetskapacitet, ofta bedöms vara högre än de kostnader som korrosion medför.

Att värdera de miljömässiga kostnaderna kräver en förståelse för både direkta och indirekta effekter. Vägsalt kan förändra markens kemiska sammansättning, vilket kan skada vegetationen och kan påverka den lokala biologiska mångfalden negativt. Hur saltet sprider sig beror på faktorer som nederbörd, markens genomsläpplighet och områdets topografi. Vattnets flöde genom olika jordlager och hur snabbt det rinner av från vägytor påverkar både spridningen och koncentrationen av salt i närliggande ekosystem.

Ur ett trafikperspektiv rekommenderas det att genomföra förbättrad halkbekämpning enligt Steg 1 till 3.

1 Inledning

Halka vintertid uppkommer genom samspel mellan klimat och vägkonstruktion. Viktiga parametrar är lufttemperatur, luftfuktighet och nederbörds mängd samt vägens uppbyggnad och de vägbyggnadsmaterial som ingår.

På det vägnät där Ålands landskapsregering är väghållare genomförs idag halkbekämpning genom plogning, sandning och isrivning. Trafiken på vissa sträckor är tät dygnet runt, vilket gör att vägunderhållet under vinterhalvåret ibland är utmanande. Därför kommer det önskemål från olika aktörer om att förbättra vägunderhållet vintertid.

Ålands landskapsregering har beslutat att undersöka möjligheterna till att utveckla halkbekämpningen med fler metoder för vinterunderhållet vilket har utmynnat i denna rapport.

1.1 Syfte och mål

Syftet är att utreda om det finns skäl för Ålands landskapsregering att lägga till ytterligare metoder för halkbekämpning genom att titta på olika parametrar såsom möjliga tekniker, olycksstatistik och omvärldsbevakning (Sverige och Finland).

Målet är att ge Landskapsregeringen en rekommendation kring framtida vinterväghållning.

1.2 Avgränsningar

Området är avgränsat till landsvägarna 1 (Eckerövägen/Hammarlandsvägen), 2 (Nya Godbyvägen/Sundsvägen), 3 (Lemlandsvägen/Långnäsvägen), 4 (Getavägen), 40 (Emkarbyvägen) och 50 (Saltviksvägen/Kvarnbovägen).

1.3 Definitioner

När Finland nämns i texten avses Finland exklusive Åland om inte annat anges.

1.4 Metod

Utredningen är en skrivbordsstudie där omvärldsbevakning samt analys av olycksstatistik och olika möjliga halkbekämpningsmetoder genomförts. I den mån det har varit möjligt har det också gjorts kostnadsbedömningar för nya metoder.

Materialet har kompletterats med intervjuer av olika aktörer och löpande möten med beställaren för att få kunskapen från de som upplever problemen i vardagen.

2 Nulägesbeskrivning

Detta kapitel ger en översikt över nuläget med avseende på klimatförhållanden, aktuella metoder för vägunderhåll, trafikflöden, olycksstatistik och gällande hastighetsbegränsningar.

2.1 Klimat

Klimatet i Finland förändras. Temperaturen kommer stiga och nederbörden öka. (Jord- och skogsbruksministeriet, 2024).

Ökad nederbörd kan komma både som regn och snö. När temperaturen sjunker kan både regn och snö frysa. I januari 2024 var medeltemperaturen i Mariehamn -3,6 grader. Vissa dagar var varmare och andra kallare, och temperaturväxlingarna mellan minus- och plusgrader ökar risken för halka.

I framtida Finland blir vintertemperaturerna varmare. Främst i norra Finland.

Nederbörden blir rikligare och faller allt oftare i form av regn.

Tiden med snötäcke blir kortare och molnigheten ökar under vintern.

Klimatguiden.fi

Årsnederbörden har ökat från 600 till 700 mm/år och antalet dagar med snötäcke har minskat sen 1950.

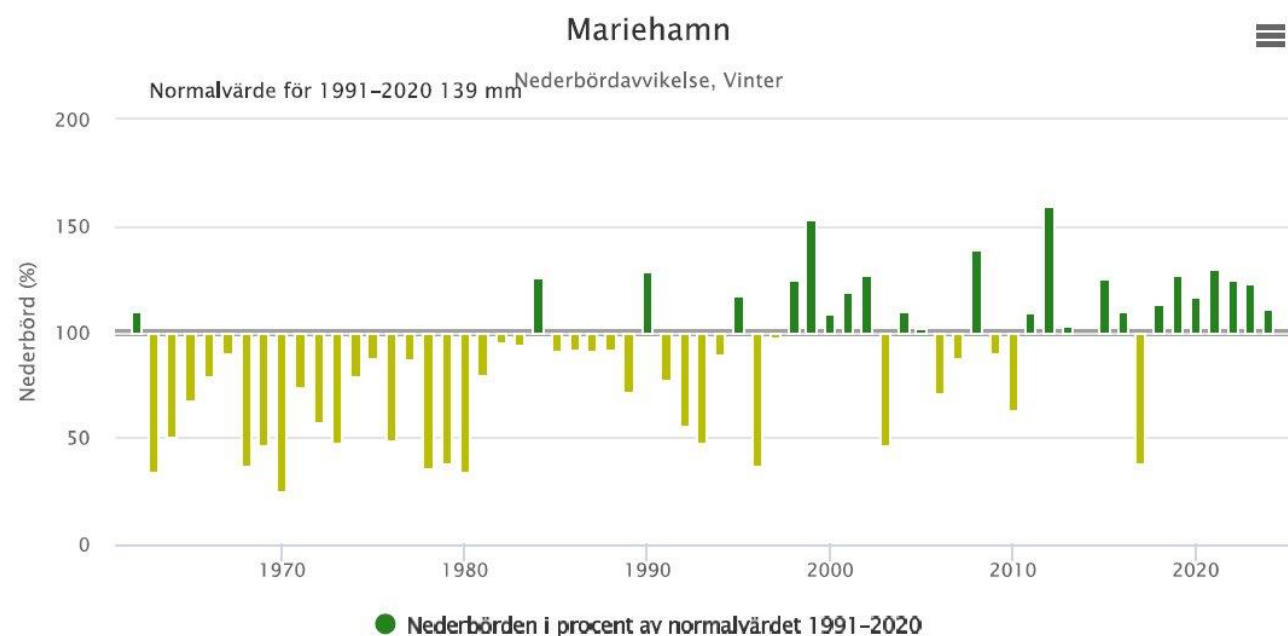
Smhi.se

Både Meteorologiska institutet i Finland och SMHI i Sverige är överens om att det är klimatförändring och att nederbörden ökar.

I Mariehamn är den genomsnittliga nederbörden under vintern, baserat på normalvärdet för perioden 1991–2020, 139 millimeter. Se Figur 1. Diagrammet illustrerar hur nederbörden avviker från detta normalvärde under olika år, med hjälp av staplar.

Normalvärdet på 139 millimeter motsvarar värdet 0 i diagrammet, och avvikelserna presenteras i procent. De ljusgröna staplarna visar perioder där nederbörden ligger under normalvärdet, medan de mörkgröna staplarna representerar perioder med nederbörd över normalvärdet.

Från cirka år 2000 kan man notera att det allt oftare faller mer nederbörd än normalvärdet.

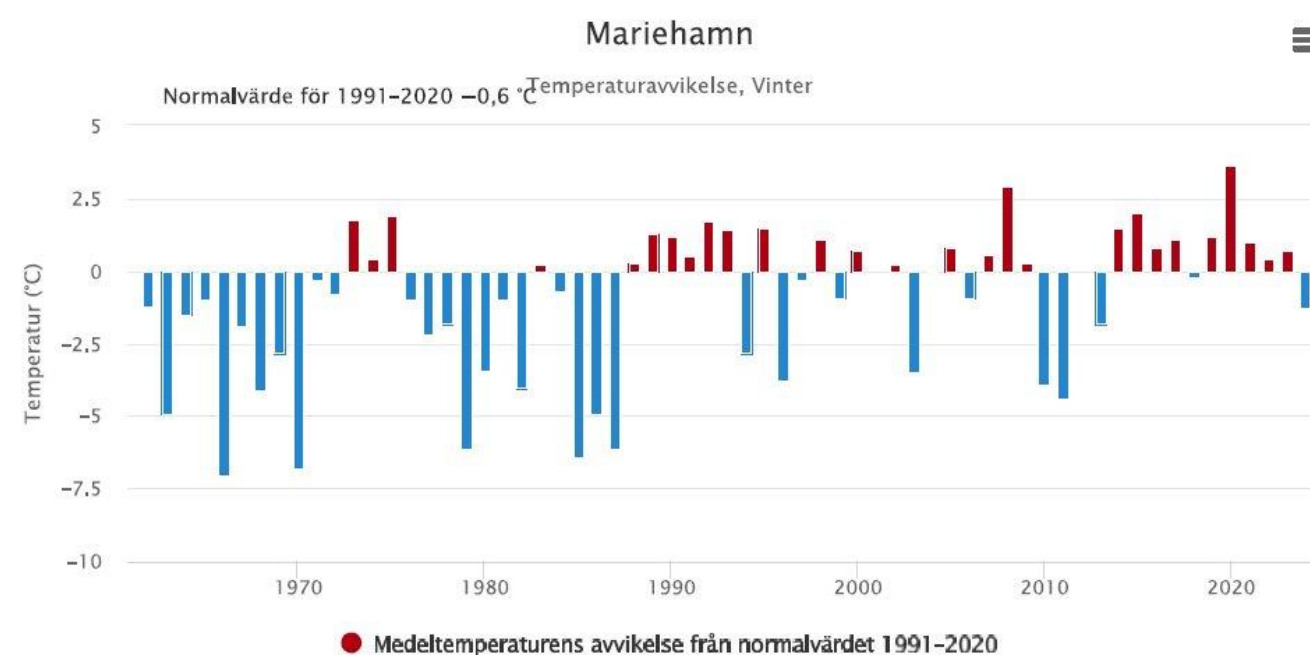


Figur 1 Diagrammet visar nederbördsavvikelse i Mariehamn under vintern. (Diagram: Meteorologiska institutet <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/>)

I Mariehamn är normaltemperaturen under vintern, baserat på perioden 1991–2020, -0,6 grader Celsius. Se Figur 2. Diagrammet visar hur temperaturen avviker från detta normalvärde under olika år, där avvikelserna presenteras i procent, med normalvärdet som utgångspunkt vid 0.

De blå staplarna visar år där temperaturen ligger under normalvärdet, medan de röda staplarna representerar år med temperaturer som överstiger normalvärdet.

Från omkring år 1990 kan man observera att temperaturen oftare ligger över normalvärdet.



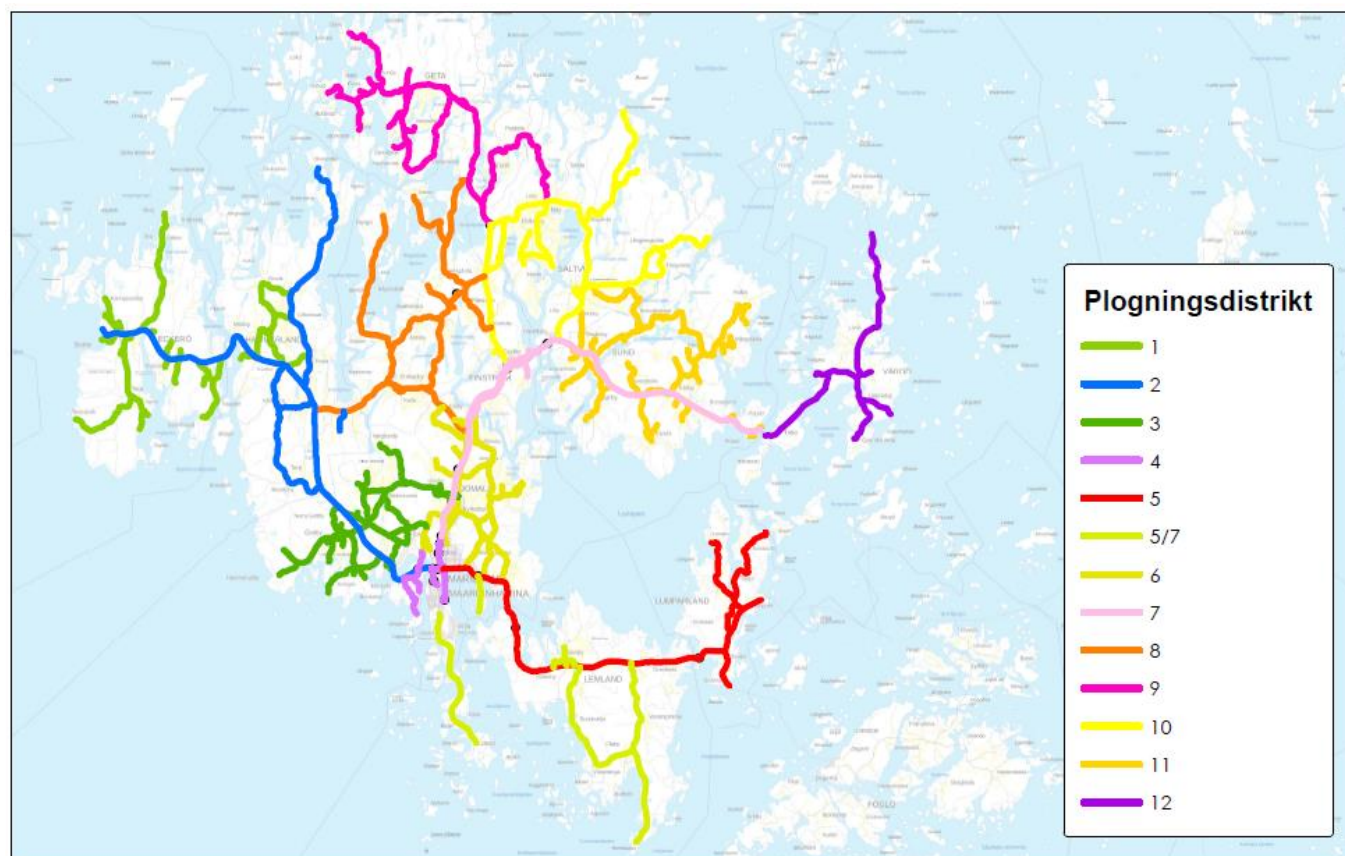
Figur 2 Diagrammet visar temperaturavvikelse i Mariehamn under vintern. (Diagram: Meteorologiska institutet <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/>)

2.2 Dagens halkbekämpning

Idag bedrivs vinterunderhållet på Åland, på det allmänna vägnätet, genom plogning, sandning och isrivning. Halkbekämpning utförs vid behov, särskilt vid temperaturer nära noll grader, och fokuseras på de mest utsatta områdena. Vid normal halka sandas backar, korsningar och kurvor, medan svår halka, som underkylt regn eller vatten på frusna vägbanor, kräver genomgående halkbekämpning längs hela sträckor som uppfyller dessa kriterier.

Landskapsregeringens driftpersonal som utför snöröjnings- och halkbekämpningsåtgärder på Åland har uttryckt svårigheter med att hålla vägarna acceptabelt framkomliga och halkfria med enbart plogning, sandning och isrivning. Den kontinuerliga trafiken under stora delar av dygnet packar snön, vilket omvandlar den till is och försvårar vägunderhållet. För att bekämpa isen har Landskapsregeringen inför vintern 2024/2025 köpt in en Raiko icebreaker. Se kapitel 5.1.2 för närmare beskrivning av Raiko icebreaker och hur den fungerar. I skrivande stund har Raikon ännu inte hunnits användas och dess effektivitet är fortfarande okänd.

Vintervägunderhållet, där halkbekämpningen är en del av det, utförs av olika arbetslag i tretton olika plogdistrikt enligt Figur 3.



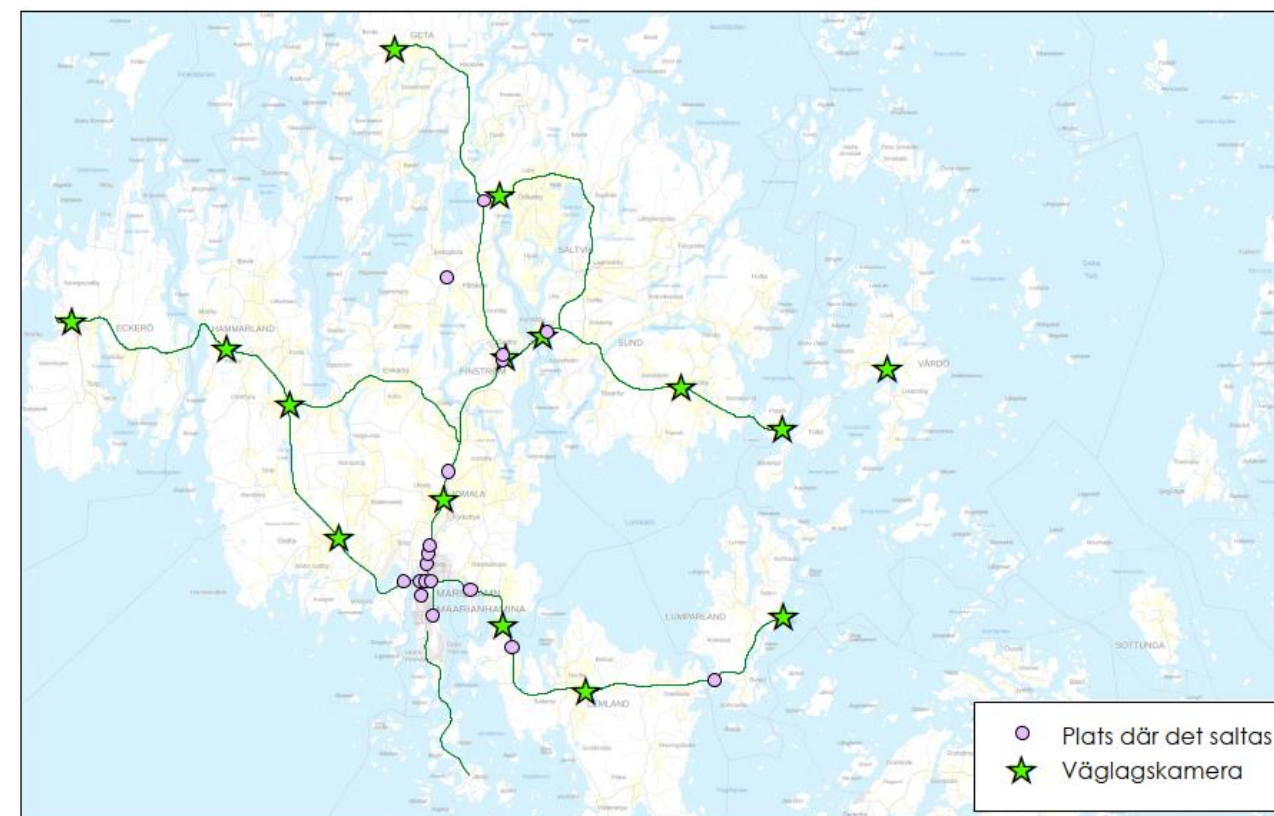
Figur 3 De olika plogdistrikten. (Bakgrundskarta: Lantmäteriverket).

I sju av de tretton distrikten är det en upphandlad entreprenör som sköter vinterunderhållet medan övriga distrikt sköts i egen regi av landskapets vägunderhållsenhet. För vinterunderhållet finns det tio lastbilar, två hjullastare och en traktor tillgängliga. Majoriteten av fordonen är utrustade med sandspridare som manuellt justeras för att reglera mängden utspridd sand. Två entreprenörer använder moderna appstyrda spridare.

De fordon som används till vinterunderhåll är utrustade med GPS som tillsammans med ett uppföljningssystem, gör det möjligt för vägunderhållsenheten att följa upp vilket arbete som har gjorts och när det har utförts.

Saltning är endast tillåten på särskilt utsatta platser, som rondeller, skarpa kurvor och branta backar på platser enligt Figur 4.

Det finns även väglagskameror på femton olika ställen som är utplacerade enligt Figur 4. Kamerorna gör det möjligt för vägunderhållsenheten att på distans kunna identifiera och planera åtgärder och därmed minska risken för halka och snödrev.



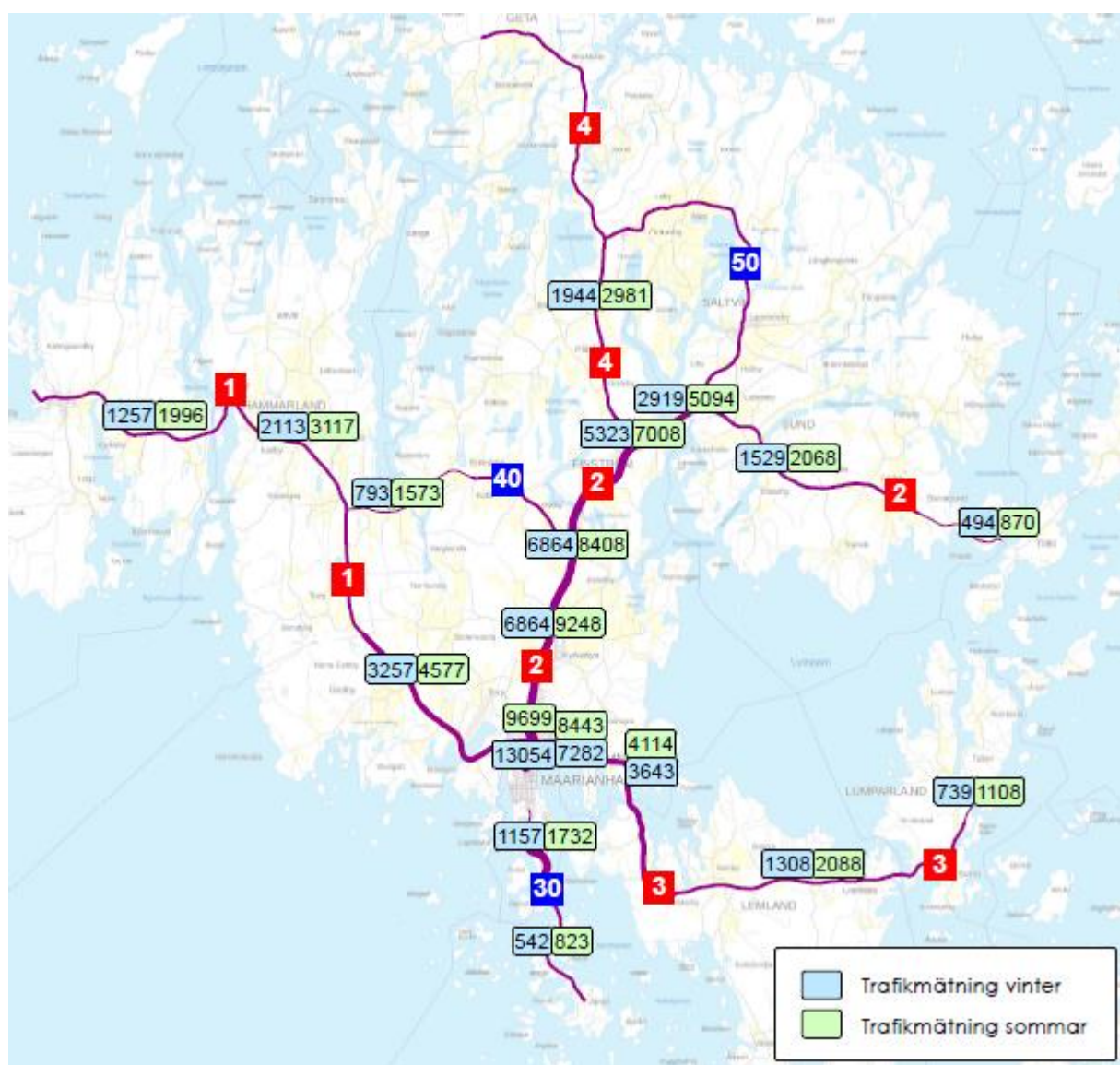
Figur 4 Saltning och väglagskameror. (Bakgrundskarta: Lantmäteriverket).

Under en säsong används mellan 3000 och 4000 ton grus som halkbekämpning. Till gruset tillsätts det cirka 5 kg kalciumklorid per ton grus för att gruset inte ska frysa ihop vid lagring. Det innebär att det används cirka 15 000 till 20 000 kilo salt per år. Kostnad för grus och salt under ett år uppskattas till cirka 110 000 – 150 000 € per år i materialkostnader.

2.3 Trafikflöden

Trafikflödena på Åland varierar mellan sommar och vinter. Generellt sett är trafikmängden högre under sommaren än under vintern. Enligt de trafikmätningar som tillhandahållits varierar vintertrafiken mellan 65 och 85 procent av sommartrafiken på de olika vägarna. Eftersom trafikmätningarna är gjorda under olika år är det svårt att bearbeta materialet så det är helt statistiskt säkerställt, framför allt eftersom en del mätningar har gjorts under pandemiåren 2020–2021. Totalt sett ger de dock en samstämmig bild av att trafiken ökar under sommaren (med undantag för tillfartsvägarna i norra Mariehamn där vintertrafiken är större).

Figur 5 visar trafikmätningar som genomförts mellan åren 2020 och 2022. Trafikmätningarna för vinter omfattar perioden från 15 oktober till 14 april, medan sommarens mätningar sträcker sig från 15 april till 14 oktober.



Figur 5 Trafikflöden sammanställda från mätningar 2020–2022. (Bakgrundskarta: Lantmäteriverket)

Den mest trafikerade vägen är landsväg 2 norr om Mariehamn förbi Jomala till Godby. Därefter följer landsväg 1 från Mariehamn västerut mot Eckerö. Landsväg 3 österut från Mariehamn över Lemland till Långnäs hamn är förvisso inte lika hårt trafikerad, men den används mer under hela dygnet och har en större andel tung trafik, eftersom Långnäs är huvudpunkten för godstransport till och från Åland.

2.4 Olycksstatistik

Underlag om olyckor från både Polisen och försäkringsbolaget Ömsen har studerats. Fokus har legat på det allmänna vägnätet, medan olyckor inom tätort har exkluderats. En viktig skillnad mellan underlagen är att Polisens statistik endast omfattar olyckor med personskador, medan försäkringsbolagets data även inkluderar olyckor där endast fordonsskador förekommit.

Båda underlagen pekar på en ökning av olyckor under vintermånaderna. Underlagen är dock inte statistiskt säkerställda, vilket gör det svårt att dra definitiva slutsatser om att ökningen enbart beror på halt väglag.

Den vanligaste typen av olycka är viltolyckor, som enligt försäkringsbolaget når en tydlig topp under vinterhalvåret, trots att trafikmängden är lägre. Räddningstjänsten upplever en ökning av avkörningsolyckor under vintern, men skadeläget för förare/passagerare tenderar att vara lindrigare på vintern än under sommaren. En förklaring kan vara att lägre hastigheter och snövallar dämpar kollisionskraften. Samtidigt upplever Räddningstjänsten att mötesolyckorna tenderar att innebära allvarigare skador under vintern än under sommaren.

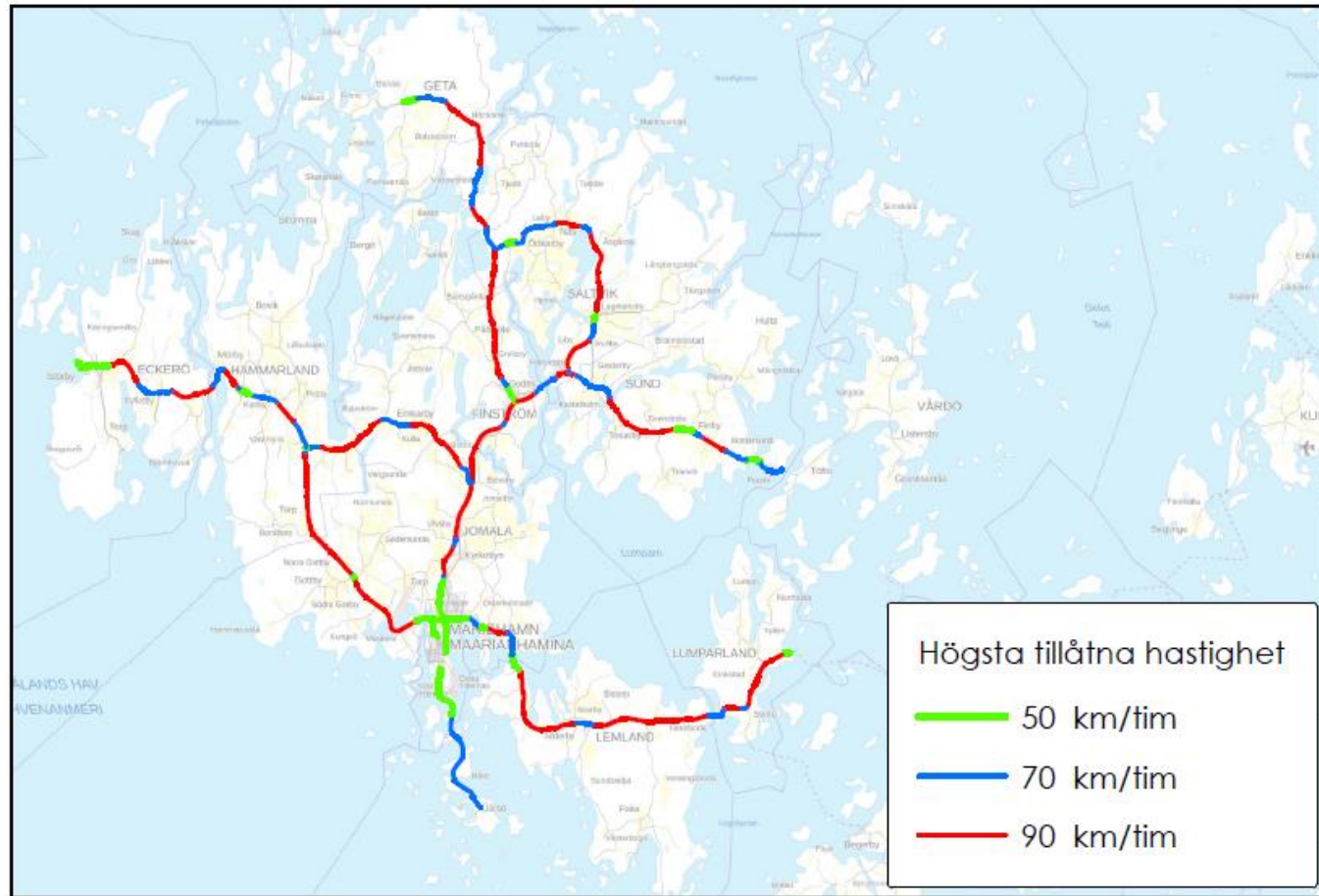
Detta stämmer överens med den forskning som tagits fram av VTI i rapporten *Olycksrisker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snöväglag*. VTI står för Statens väg- och forskningsinstitut och är ett svenskt forskningsinstitut som bedriver forskning och utveckling inom transportområdet.

Rapporten beskriver att konsekvenserna av olyckorna generellt sett blir allvarigare vid mötesolyckor på is-/snöväglag jämfört med på torr barmark. För singelolyckorna blir de tvärtom lindrigare på is-/snöväglag. (VTI, Anna Niska, 2006)

Vidare konstaterar rapporten att samtliga olyckstyper ökar på is-/snöväglag relativ barmark. Rapporten har kommit fram till att mötesolyckorna och singelolyckorna har de högsta relativa olyckskvoterna med olycksrisker som är mer än tio gånger högre på is- och snöväglag. (VTI, Anna Niska, 2006)

2.5 Högsta tillåtna hastighet

På det allmänna vägnätet fördelar sig högsta tillåtna hastighet enligt Figur 6. Huvuddelen av sträckorna utgörs av högsta tillåtna hastighet 90 kilometer i timmen. Sänkt hastighet till 50 och 70 kilometer i timmen finns vid korsningar och andra sträckor där det är motiverat utifrån trafiksäkerhet eller vägens standard.



Figur 6 Kartbild över högsta tillåtna hastighet på det allmänna vägnätet. (Bakgrundskarta: Lantmäteriverket)

3 Förändrad vinterväghållning

Vinterväghållningen på Åland står inför förändringar. De nuvarande metoderna för halkbekämpning motsvarar inte längre de krav som ställs av samhället och näringslivet. Detta har bland annat lyfts fram av näringsidkare och transportbolag, som transporterar farligt gods, samt av försäkringsbolag som vill att olyckorna ska minska, särskilt de som leder till personskador. Behovet av förbättrade åtgärder är särskilt tydligt på vägar som belastas av tung trafik, där säkerheten och framkomligheten är avgörande för att transporterna ska kunna fortgå under vinterhalvåret.

Både Meteorologiska institutet och SMHI har slagit fast att vädret förändras. Det har blivit varmare på vintern och nederbörden har ökat. Den vinterväghållning som tidigare fungerat i en region kan sluta fungera med det förändrade vädret.

Temperaturen på Åland under vintern ligger ofta mellan -2 och +2 grader, även om vädret kan variera kraftigt mellan de olika delarna på ön. När temperaturen växlar runt fryspunkten smälter snö och is, som sedan fryser igen när det blir kallare, vilket leder till isbildning på vägbanorna och ökar risken för halka.

Driftpersonalen som utför snöröjnings- och halkbekämpningsåtgärder på Åland har uttryckt svårigheter med att hålla vägarna framkomliga och halkfria med enbart plogning, grusning och isrivning. Den kontinuerliga trafiken under stora delar av dygnet packar snön, vilket omvandlar den till is och försvårar vägunderhållet.

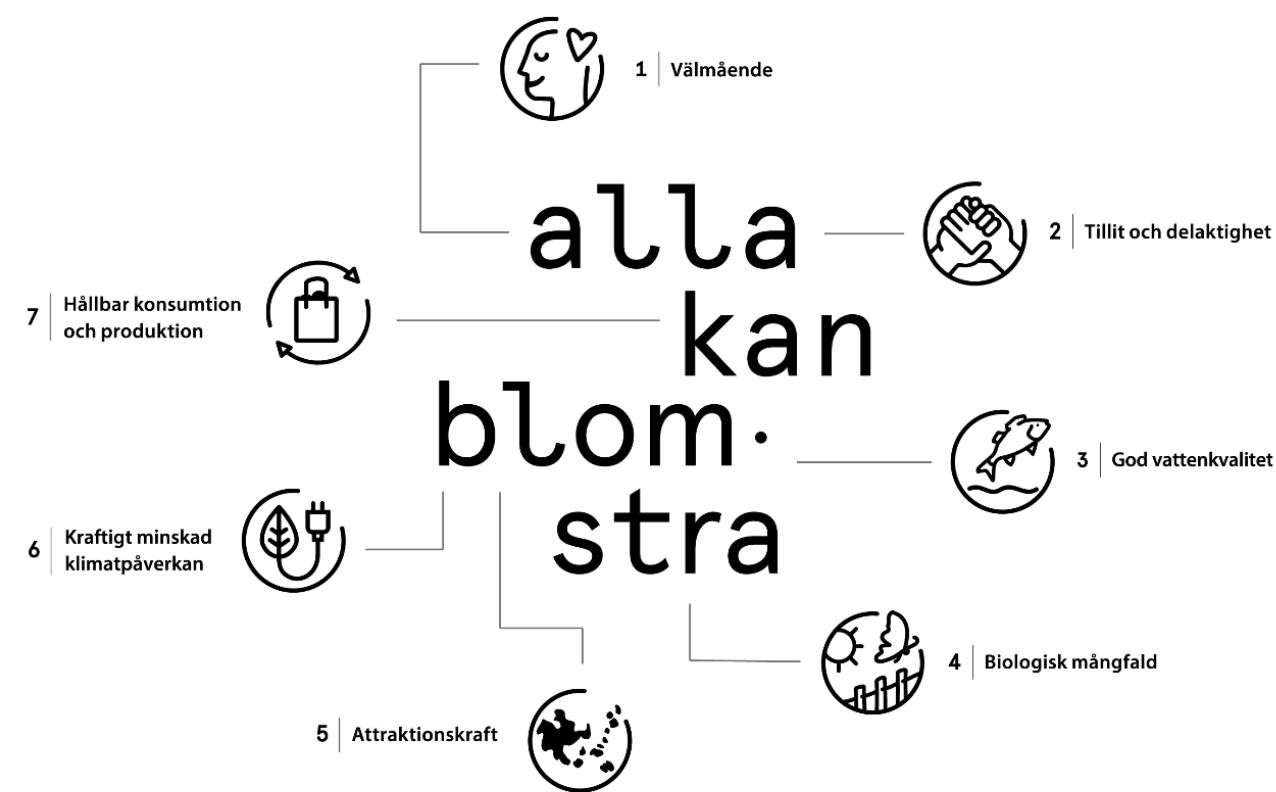
Olycksstatistiken visar att antalet olyckor ökar under vintermånaderna, trots att trafikmängden är lägre än på sommaren. Dessa olyckor medför inte bara kostnader för sjukvård, försäkringsbolag och produktionsbortfall, utan innebär även personliga förluster för de inblandade. Dessutom leder olyckorna till problem med framkomligheten, med förseningar och störningar som följd, vilket ytterligare förstärker de personliga och samhällsekonomiska konsekvenserna.

Ett av de sju strategiska utvecklingsmålen i Ålands hållbarhetsagenda är Attraktionskraft enligt Figur 7. Det handlar om att skapa en trygg och attraktiv miljö för både boende och företag genom att säkerställa god framkomlighet och tillgång till välutvecklad infrastruktur.

För att uppnå detta mål är en fungerande transportinfrastruktur betydelsefull. God framkomlighet och trafiksäkerhet hjälper till att förbättra flödet av människor och varor, samtidigt som det skapar en tryggare miljö för alla som använder vägarna. Genom att utveckla dessa områden kan Åland stärka sin attraktionskraft och bidra till en hållbar framtid för både invånare och besökare.

Utifrån dessa omständigheter finner utredningen att det finns skäl att undersöka om det finns andra halkbekämpningsmetoder som bättre kan möta de förändrade väderförhållandena och öka trafiksäkerheten. Detta skulle inte bara bidra till en säkrare vägmiljö och minskad olycksrisk, utan även främja Ålands övergripande mål om Attraktionskraft.

Med detta som bakgrund har utredningen sett över flera olika halkbekämpningsmetoder för att avgöra om de skulle kunna vara lämpliga för de åländska förhållandena. Utredningen har även genomfört en omvärldsbevakning för att få en bild av hur vinterväghållningen fungerar i Sverige och Finland. Utöver dessa åtgärder har även andra insatser för att optimera vägarnas säkerhet under vinterförhållanden övervägts. Målet har varit att identifiera lösningar som kan förbättra trafiksäkerheten och framkomligheten under vintermånaderna.



Figur 7 Ålands sju strategiska utvecklingsmål (Illustration: Bärkraft.ax)

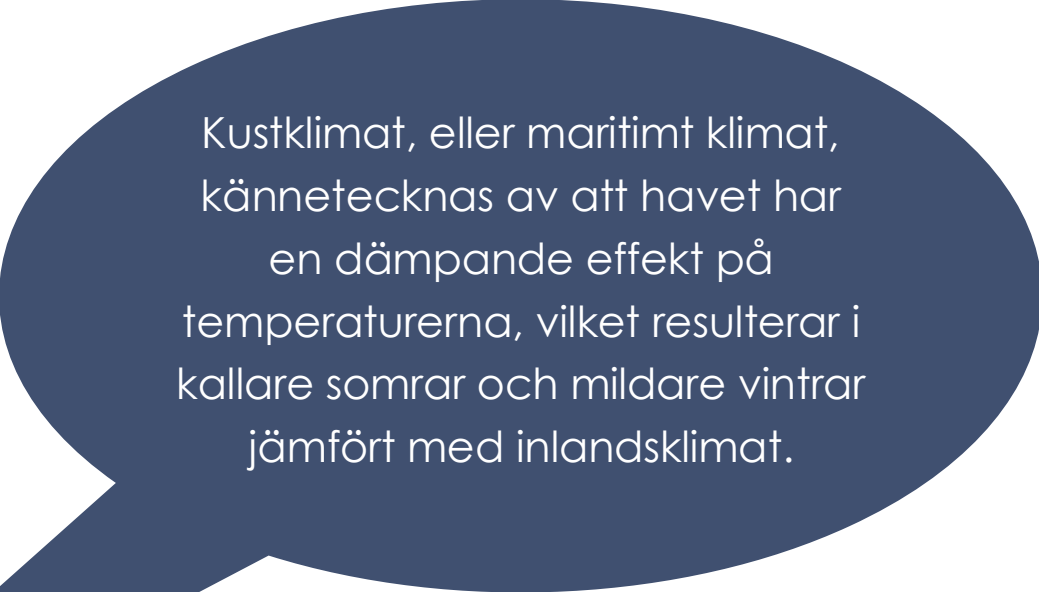
4 Omvärldsbevakning

I omvärldsbevakningen har klimatförhållanden, lagstiftning, halkbekämpningsmetoder samt den finska vinterhastigheten studerats för att få en bild av hur vinterväghållning hanteras i Sverige och Finland.

4.1 Klimatförhållanden

De åländska öarna påverkas mycket av närheten till havet. Under vintern pendlar ofta temperaturen runt nollan eftersom havet sällan fryser. Öarna har dessutom inga större höjdskillnader. Det finns många olika mikroklimat på Åland, där nederbörd kan falla som snö eller regn och i olika omfattning beroende på var man befinner sig. Under vintern kan det ofta vara minusgrader en bit inåt land medan det är mildare närmast havet. Fenomenet känns igen från Stockholmsregionen där det ofta faller mer snö väster om stan medan det tenderar att bli mer snöblandat i skärgårdskommunerna.

I syfte att hitta lämpliga orter att jämföra med beskrivs först det åländska klimatet och därefter ett antal utvalda platser i Sverige och Finland fördelade enligt Figur 8.



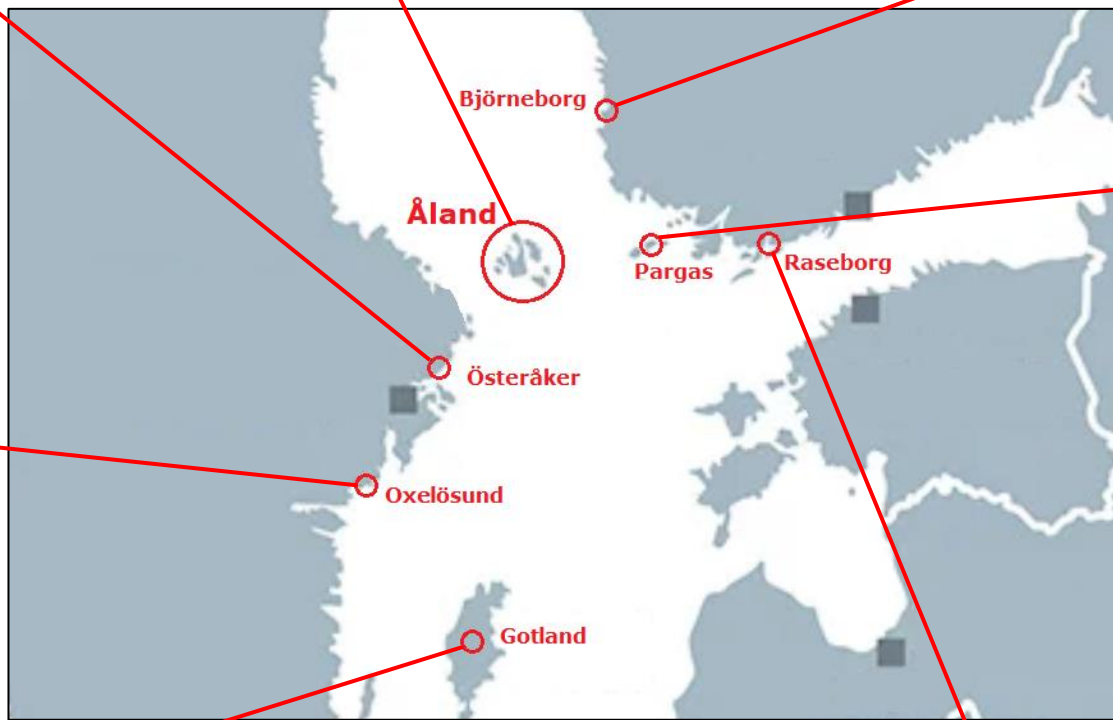
Kustklimat, eller maritimt klimat, kännetecknas av att havet har en dämpande effekt på temperaturerna, vilket resulterar i kallare somrar och mildare vintrar jämfört med inlandsklimat.

Österåker strax nordost om Stockholm har ett **tempererat kontinentalt klimat**, vilket innebär att det kan ha mer uttalade temperaturvariationer mellan sommar och vinter. Vintrarna är ofta kallare än på Åland, med temperaturer som kan gå ner till **-10°C** eller lägre vid extrema köldknäppar. Sommartemperaturerna är liknande, med medeltemperaturer runt **15°C till 20°C**, men med större variationer än på Åland.

Ålands klimat är **tempererat maritimt**, med mildare vintrar och svalare somrar jämfört med inre delar av Finland eller Sverige. Havet omkring öarna har en modererande effekt på temperaturerna, vilket leder till en relativt jämn temperatur året runt. Vintertemperaturerna ligger ofta runt **-2°C till 2°C**, medan sommartemperaturerna ligger omkring **15°C till 20°C**. Luftfuktigheten är hög vilket bidrar det åländska klimatet.

Björneborg, som ligger vid kusten drygt 10 mil norr om Åbo, har också ett **tempererat maritimt klimat**. Här bidrar havet till mildare vintrar, som vanligtvis ligger mellan **-2°C och 2°C**, medan somrarna är svala med temperaturer kring **15°C till 20°C**. Den maritima påverkan gör att staden har en relativt hög luftfuktighet.

Oxelösund längs Sörmlandskusten 10 mil söder om Stockholm har ett **liknande maritimt klimat**, men med något större variation. Vintrarna är också milda, men kan vara något kallare än på Åland, med temperaturer som ibland kan sjunka till **-5°C** eller lägre vid kalla perioder. Sommartemperaturerna är också mellan **15°C och 20°C**, men med potential för något varmare temperaturer under varma sommardagar.



Pargas, i Åbolands skärgård, har ett **tempererat maritimt klimat** som påminner om Ålands. Kommunen har milda vintrar med temperaturer som ofta ligger mellan **-2°C och 2°C**, och svalare somrar där temperaturen ligger runt **15°C till 20°C**. Den omgivande skärgården och havets närhet ger en modererande effekt på klimatet, vilket resulterar i en relativt jämn temperatur året runt.

Raseborg, vid kusten mellan Åbo och Helsingfors, har ett klimat som också kan klassificeras som **tempererat maritimt**. Vintrarna är milda, med temperaturer som ofta ligger mellan **-2°C och 2°C**, och somrarna är svala med temperaturer omkring **15°C till 20°C**. Havets inverkan och den närliggande skärgården skapar en liknande atmosfär som på Åland.

Gotland har ett **maritimt klimat**, vilket innebär milda vintrar och relativt svala somrar. På grund av sin placering mitt i Östersjön påverkas Gotland mycket av havet, vilket leder till mindre temperaturvariationer. Sommartemperaturer ligger vanligtvis runt **18–22°C**, medan vintertemperaturerna ofta ligger strax över eller under fryspunkten. Det är lätt att göra en jämförelse mellan Åland och Gotland då båda är öar i Östersjön. Man ska dock komma ihåg att Gotland har en helt annan berggrund (kalksten) och ett tunt jordtäckte vilket gör att salt lättare kan tränga ned i grundvattnet.

Figur 8 Platser där klimatet har jämförts med Ålands klimat.

4.2 Halkbekämpning

Generellt är det viktigt att ha med sig skillnaden i storlek och klimat när Åland jämförs med Sverige och Finland. I norra delarna av de båda länderna råder ett vinterklimat där temperaturen ofta ligger under den temperatur där vägsaltet förlorar sin verkan. I sydligaste Sverige däremot kan den mörka årstiden vissa år passera utan att det varit något vinterväglag överhuvudtaget.

I både Finland och Sverige används salt på de mest trafikerade landsvägarna för att hålla dem fria från snö och halka. Väghållarna i båda länderna delar uppfattningen att salt förbättrar framkomligheten och är effektivt för att motverka halka under hösten. I Finland används formiat¹ i vissa grundvattenområden (Trafikledsverket, 2024), något som inte har påvisats i studien att Sverige gör.

4.2.1 Finland

Trafikledsverket ansvarar för cirka 8000 mil allmän väg/landsväg i Finland, och ungefär 25 procent av dessa vägar saltas. Syftet med saltningen är att säkerställa att vägytan har tillräckligt grepp för att trafiken ska flyta på säkert och smidigt. På vägar med hög trafikbelastning kan även lätt halka leda till allvarliga problem. Vid större trafikmängder är sandning ofta ineffektivt, eftersom sanden snabbt försvinner från körbanan och trafiken polerar vägytan, vilket leder till spårbildning i snön.

Under sådana förhållanden är det mest effektivt att förlita sig på asfaltens egen friktion och förhindra att ett is- eller snötäcke bildas genom saltning. Salt används när temperaturen är -6 grader eller varmare. Om temperaturen sjunker under -4 grader (-6 grader i vissa fall) minskar saltets effekt mot isbildning, och det finns dessutom en risk att smält is fryser på nytt och skapar ännu halare förhållanden.

Salt används främst på de mest trafikerade vägarna, vilket motsvarar cirka 9 600 kilometer (drygt 10 procent) av det totala vägnätet. På övriga huvudvägar används salt huvudsakligen under höstens halkperioder och vid svåra vinterförhållanden. På medeltrafikerade vägar, som omfattar omkring 11 000 kilometer, används en kombination av salt och sand. På övriga vägar, cirka 57 000 kilometer, samt på gång- och cykelleder, bekämpas halka främst genom sandning.

I vissa områden med känsligt grundvatten används formiat i stället för salt. Formiat är ett kemiskt halkbekämpningsmedel som anses vara mer miljövänligt, men det är också dyrare än vanligt vägsalt.

4.2.2 Sverige

Trafikverket har nästan 10 000 mil statlig väg. Av dessa halkbekämpas ungefär 25 procent med vägsalt. Trafikverket saltar enbart där de anser att ingen annan metod fungerar. Vägar som saltas är högtrafikerade vägar och där det ofta är snabba temperaturväxlingar.

Trafikverket bekämpar halka i första hand för att inte få stopp i trafiken. Utan halkbekämpning anser Trafikverket att den tunga trafiken riskerar att stå still. Det kan bli totalstopp i flera timmar med komplicerade bärgningar där plog- och saltbilar samt övrig nyttotrafik kan fastna i köerna. Halkbekämpning lyfts i första hand som en framkomlighetsåtgärd. Men vid den första osynliga halkan på hösten, anser Trafikverket att halkbekämpningen kan bidra till bättre trafiksäkerhet.

Trafikverket arbetar ständigt med att utveckla nya metoder och utrustning när de saltar. Detta innebär att de idag använder mindre salt, med samma effekt, än vad de gjorde tidigare. Samtidigt ser Trafikverket att trafiken ökar och väderförhållandena förändras. På vissa sträckor där sand tidigare har använts är den metoden inte längre lika effektiv. Detta beror på trafikvolym, hur snörika vintrarna är och om antal tillfällen med regn eller underkylt regn ökar.

Trafikverket anser att det i dagsläget inte finns någon bättre metod än att använda salt, trots saltets negativa påverkan på miljön och dess korroderande effekt på fordonen.

¹ Formiat är ett miljövänligt avsningsmedel som bryts ner snabbt, men det är dyrare än traditionellt vägsalt och används främst där miljöhänsyn är viktiga, som vid vattendrag och flygplatser.

4.3 Lagstiftning vinterdäck

Sverige och Finland inklusive Åland har liknande regler kring användning av vinterdäck och dubbdäck. Åland och Finland har identiska perioder för vinterdäck (november till mars) men har olika perioder för dubbdäck. Sverige har något kortare period för vinterdäck (december till mars) och tillåter användning av dubbdäck tidigare (från oktober). Se Tabell 1.

Vinterdäcken kan vara både dubbade och odubbade. Odubbade däck kallas också för friktionsdäck.

Tabell 1 Sammanställning vinter- och dubbdäck.

Kategori	Åland	Finland	Sverige
Vinterdäck period	November – mars, vid vinterväglag	November – mars, vid vinterväglag	1 december – 31 mars, vid vinterväglag
Dubbdäck period	15 oktober – 15 april, vid behov längre	November – mars, vid behov längre	1 oktober – 15 april, vid behov längre

4.3.1 Åland

Vinterdäck ska användas från november till mars när vinterväglag råder. Det är tillåtet att använda dubbdäck från den 15 oktober till den 15 april. Dubbdäck får även användas utanför denna period om vinterväglag råder eller befaras.

Mellan november och mars är det obligatoriskt för bilar, motorcyklar, mopeder, trehjulingar, fyrhjulingar, traktorer vars konstruktiva hastighet är över 60 kilometer per timme samt släpvagnar med en vikt över 750 kg att ha vinterdäck eller motsvarande utrustning vid vinterväglag. Motsvarande utrustning kan inkludera snökedjor eller sandspridare.

Om dragfordonet är utrustat med dubbdäck, ska även släpvagnen ha dubbdäck vid vinterväglag, oavsett om släpvagnen annars skulle vara undantagen från kravet på vinterdäck.

4.3.2 Finland

Vinterdäck är obligatoriska från november till mars om vädret eller väglaget förutsätter det. Dubbdäck får användas mellan november och mars, samt vid behov utanför denna period om vinterväglag råder.

Mellan november och mars måste personbilar, paketbilar, specialbilar, motorcyklar, mopeder, trehjulingar, fyrhjulingar samt släpvagnar som dras av dessa fordon med en vikt

över 750 kg ha vinterdäck eller motsvarande utrustning när vinterväglag råder. Detta krav gäller även för fordon registrerade utomlands.

För fordon med en totalvikt upp till 3 500 kg gäller att om bilen har dubbdäck, så måste även släpvagnen ha dubbdäck vid vinterväglag, även om släpvagnen i andra fall skulle vara undantagen från vinterdäckskravet.

4.3.3 Sverige

Vinterdäck ska användas från 1 december till 31 mars när vinterväglag råder. Dubbdäck får användas mellan 1 oktober och 15 april. Vid vinterväglag kan dubbdäck användas även utanför denna period.

Mellan 1 december och 31 mars måste personbilar (klass I och II), lätta och tunga lastbilar samt bussar ha vinterdäck eller motsvarande utrustning vid vinterväglag. Släpvagnar som dras av dessa fordon omfattas också av detta krav. Motsvarande utrustning kan inkludera snökedjor eller sandspridare, och detta krav gäller även för fordon registrerade utomlands.

Om en bil med en totalvikt upp till 3 500 kg har dubbdäck, ska även släpvagnen ha dubbdäck vid vinterväglag, även om släpvagnen annars är undantagen från kravet på vinterdäck.

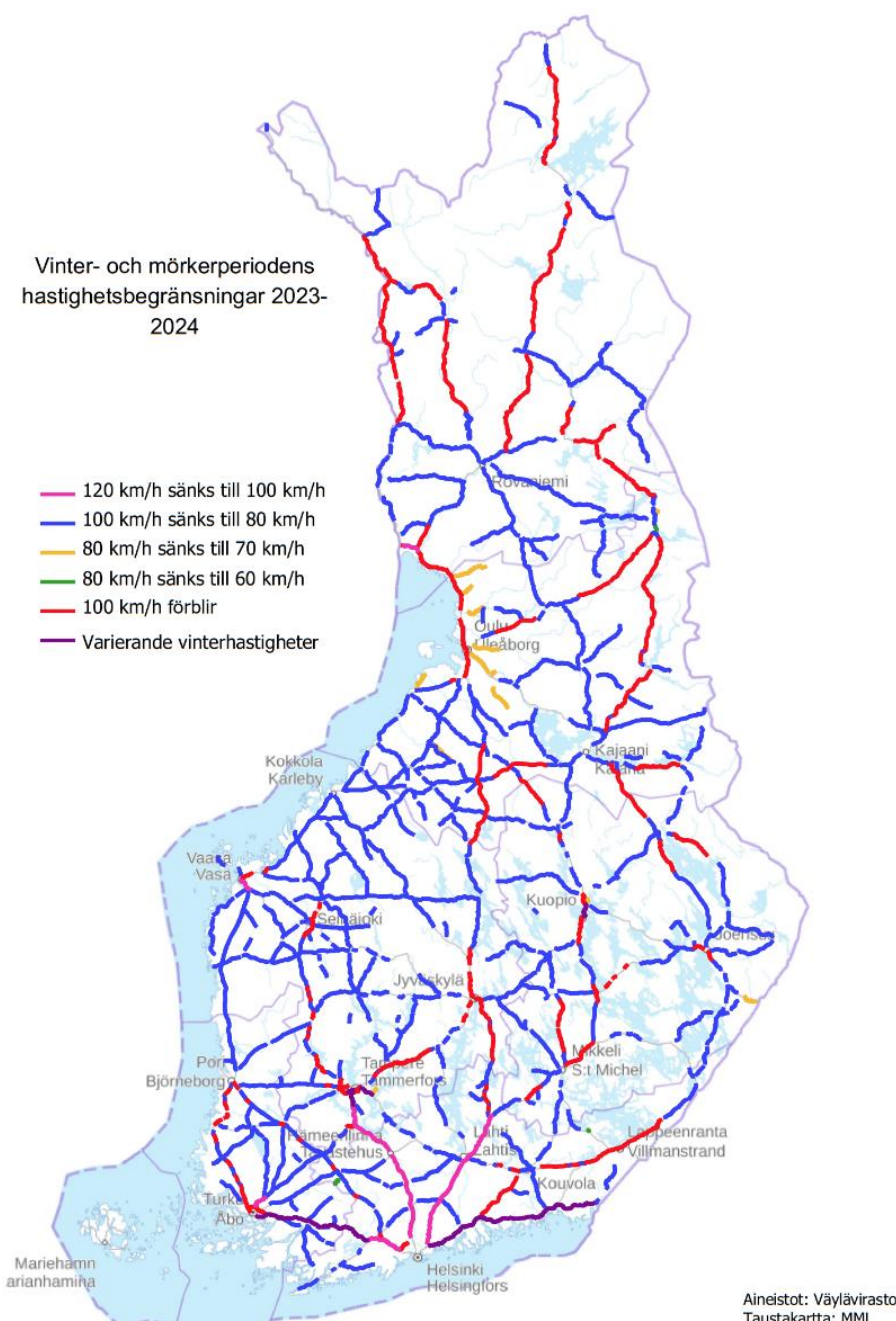
4.4 Finska vinterhastigheten

I Finland tillämpas olika hastighetsbegränsningar under vintern och sommaren. Vinterhastigheterna införs vanligtvis i slutet av oktober och sträcker sig till månadskiftet mars/april, när de gradvis ersätts av de ordinarie hastigheterna. Exakta datum kan variera från år till år beroende på väderförhållanden och väglag. Anledningen till att hastighetsbegränsningarna sänks under vintern är de utmanande förhållandena med snö, is och mörker, som ökar risken för olyckor.

Under vintermånaderna sänks hastigheterna på huvudvägar med 20 kilometer per timme enligt Figur 9 för att förbättra trafiksäkerheten. Trafikledsverket uppskattar att dessa åtgärder årligen räddar cirka åtta liv och förhindrar 36 personskador. Dessutom tenderar avkörningsolyckor under vintern att vara mindre allvarliga tack vare lägre hastigheter och snövallar som dämpar kollisionskraften. (VTT, Harri Peltola, 2015)

Trots de sänkta hastigheterna förblir vintertrafiken utmanande, särskilt när det gäller mötesolyckor. På hala vägar ökar risken för frontalkollisioner, och dessa olyckor tenderar att leda till mer allvarliga skador än under sommaren. Vinterförhållandena, i kombination med lägre hastigheter, är dock en effektiv åtgärd för att minska den totala olycksstatistiken och förhindra att allvarliga olyckor ökar under vintermånaderna. (VTT, Harri Peltola, 2015).

Vinterhastigheterna under perioden 2023-2024 framgår av Figur 9. På vissa vägar sänks hastigheten med 10 eller 20 kilometer i timmen, medan hastigheten på andra vägsträckor förblir oförändrad.



Figur 9 Vinterhastigheterna på en kartbild (Bildkälla: [Trafikledsverket](#))

4.5 Trafikmeddelanden

Trafikmeddelanden är en viktig metod för att förbättra trafiksäkerheten genom att informera bilister i realtid om vägförhållanden och händelser som kan påverka trafiken, såsom halka, olyckor, vägarbeten eller farliga väderförhållanden. Trafikmeddelande används såväl på Åland som i Sverige och Finland.

På Åland går Landskapets vägunderhåll ut med trafikmeddelanden när väglaget är "extra dåligt". Informationen sker huvudsakligen via Vägunderhållets sociala medier samt via radion. Därtill brukar även polisen och räddningstjänsten ge information genom sina kanaler när de se ett behov.

I Sverige sänds dessa meddelanden via radio, Trafikverkets hemsida och appar, samt visas på digitala skyltar längs större vägar och motorvägar. Dessa meddelanden hjälper förare att anpassa hastigheten och körbeteendet utifrån aktuella vägförhållanden, vilket kan förebygga olyckor och minska trafikstörningar.

Även i Finland används trafikmeddelanden som ett verktyg för att hålla trafikanter informerade om händelser på vägarna. Precis som i Sverige sprids informationen via radio, digitala skyltar och webbtjänster. Trafikmeddelanden är särskilt användbara vid plötsliga väderförändringar, som halka och snöfall, eftersom de ger förarna möjligheten att snabbt reagera och öka säkerheten på vägarna. Genom att tillhandahålla uppdaterad information i både Sverige och Finland spelar trafikmeddelanden en central roll i vinterväghållningen och halkbekämpningen.

5 Halkbekämpningsmetoder

Utvecklingen av ny utrustning och förbättrade metoder för vinterväghållning pågår ständigt, med ett allt större fokus på miljöaspekter. Flera innovativa försök genomförs för att förbättra vinterväghållningen, minska miljöpåverkan och samtidigt säkerställa god framkomlighet på vägarna. Bland dessa insatser ingår utveckling av avancerade driftsystem, effektivare mekanisk plogning, användning av sockerbaserade lösningar och andra alternativa kemikalier, samt nya saltprodukter och värmesystem.

Olika tekniker för halkbekämpning studerats vilket presenteras i följande kapitel:

5.1 Mekanisk halkbekämpning

Mekanisk halkbekämpning syftar till att genom fysiska metoder hantera halka och förbättra väggreppet under vinterförhållanden.

5.1.1 Utveckling av plogblad

Ett test med en superplog gjordes av Vägverket produktion vintern 2004/2005. Den metod som testades använde ett lastbilsmonterat hyvelblad, även kallat underbett, som komplement till konventionell plogutrustning. På provsträckan användes följande utrustning: Diagonalplog med dubbla skär, sidoplog, hyvelblad och saltspridare av typen kombispridare. Denna teststräcka visade betydligt mindre snömodd än referenssträckan, men slitaget av stål var så stort att ett blad endast räckte till en plogvända (Möller, 2007).

Även Danmark genomförde ett försök med ett nytt och bredare plogblad, som inleddes under vintersäsongen 2015. Fram till år 2020 visade den begränsade data som samlats in att det breda plogbladet endast rörde marginellt bättre än en konventionell plog. (Nordiskt vägforum, 2020)



Figur 10 Bilder på ett nytt och bredare plogblad från ett försök i Danmark. (Bildkälla: Bild från NVF 1/2020).

5.1.2 Raiko icebreaker

En Raiko Icebreaker är ett mekaniskt redskap som används för att krossa is på vägbanor. Genom att använda roterande ståltrummor med utformade taggar bryter den upp is på ytor. Raiko Icebreaker är designad för att monteras på maskiner som traktorer och lastare och den ska kunna arbeta vid hastigheter upp till 40 kilometer per timme.

5.1.3 Värmesystem

Värmesystem på broar och andra kritiska ytor kan användas för att förhindra isbildning. Uppvärmning kan ske med värmeslingor och ledande betong. I Umeå har fjärrvärme använts för att hålla en bro isfri. Detta ger en effektiv lösning för halkbekämpning på specifika ytor.

5.1.4 Fastsandsmetoden

Sanden läggs ut tillsammans med hett vatten. Detta gör att sanden fäster vid underlaget och skapar en sandpapperseffekt. Uppgifter om hur många fordon som kan passera innan sanden är borta från vägbanan varierar i olika publikationer och anges mellan 50 och 300 fordon. Detta innebär att sandningen har mycket kort varaktighet, om det inte är väldigt lite trafik på vägen.

Fastsandsmetoden verkar vara särskilt användbar i områden med stabilt inlandsklimat för punktsandning av vägkorsningar och branta lutningar under kalla perioder. Metoden ger inga särskilda fördelar vid tunna vattenskikt på packad snö eller is, eller vid förhållanden med våt is.

Sammanfattningsvis har fastsandsmetoden lång varaktighet vid stabilt väder, men är mindre effektiv vid hög trafik och våta isförhållanden.

5.2 Kemisk halkbekämpning

Kemisk halkbekämpning syftar till att genom användning av kemiska medel, såsom salter och smältmedel, förebygga och minska halka när det finns risk för isbildning på vägbanor.

5.2.1 Salt

Salt, särskilt natriumklorid (NaCl), är ett av de vanligaste medlen för halkbekämpning på vägar under vinterhalvåret. Det fungerar genom att sänka fryspunkten för vatten, vilket gör att is och snö smälter även vid temperaturer under 0 grader Celsius. Salt sprids på vägbanorna för att hålla dem fria från is och halka.

5.2.2 Socker

Socker har testats som ett alternativt halkbekämpningsmedel. Även om socker inte kan smälta snö eller is, kan det förhindra plötslig tillfrysning. Försök med sockerlösningar blandat med saltlösning och för befuktning av torrsalt visade att salt/sockerlösning har likvärdiga friktionsvärden som traditionella saltlösningar.

Att byta ut en del salt mot socker kan minska den totala användningen av salt vilket då leder till minskad miljöpåverkan och korrosion.

Hur viltet påverkas av sockerprodukter har studerats vid Grimsö viltforskningsstation. Slickstenar av salt och socker/salt placerades ut och bestånd av tallplantor sprayades med saltlösning och socker/saltlösning. Saltstensförsöket visade att älgarna föredrar sockersaltet framför saltet. Sprayningsförsöket visade tendenser till att älgen föredrar sockersaltsprayade träd. (Möller, 2007). Detta tolkas som att socker på vägarna riskerar att locka till sig vilt.

5.2.3 Aska

Halkbekämpning med aska är relativt nytt i bemärkelsen affärsmässig produktion, men är välkänt sedan långt tillbaka då man använt egen aska från eldstaden till hala gångar utanför huset. Principen bygger på att aska ersätter sand eller grus vilket ger miljömässiga fördelar då askan snarast är bra för den omkringliggande miljön.

När det gäller hur mycket spår av smuts askan drar med sig på bilar, skor och djurtassar råder det delade meningar. Förespråkare hävdar att det inte blir några sådana effekter alls medan andra ställer sig tveksamma till detta. Det är svårt att hitta några vetenskapliga artiklar om detta så underlaget består av inlägg på Facebook och Instagram där meningarna är delade.

I Mariehamns stad har det lämnats in en motion (Ålands Radio, 2024), där inlämnaren vill att träflis och aska ska användas för halkbekämpning i stället för sand, salt och grus. Det är dock gångbanor som avses i första hand.

På Island har man använt vulkanisk aska för att blanda ut saltet vid halkbekämpning på isiga små vägar och stigar. I övriga Norden har vi dock av naturliga skäl inte lika gott om vulkanisk aska, vilket naturligtvis begränsar användningen. Vulkanisk aska är också surare än vanlig aska från eldstaden, så man tappar en del fördelen mot saltet, att inte orsaka förurning i omgivningen.

Det går att hitta en del reklam för aska i halkbekämpningssyfte från USA och Canada, men det är uteslutande för privat bruk, och då är man tillbaka vid husmorsknepet, att man saltar isiga gångar runt huset.

Affärsmässig produktion av flygaska för olika användningsområden finns numera i Sverige där man sedan 2023 har en anläggning för detta i Upplands bro utanför Stockholm. Produktionen kan enkelt beskrivas som att flygaska fångas upp från rökgaserna vid förbränning av sopor. I flygaskan finns Kalium, Natrium och Kalcium som kan användas för halkbekämpningen. I detta fall är det dock inte askan i sig som används utan de salter som den innehåller. Det finns andra fördelar med denna teknik, som att men urskiljer de

användbara ämnena från till exempel tungmetaller, men det har inget med halkbekämpning att göra,

5.2.4 CMA

Kalcium-magnesiumacetat (CMA) är ett halkbekämpningsmedel som används som ett miljövänligt alternativ till traditionella vägsalter som natriumklorid. CMA är mindre korrosivt mot stål och andra metaller jämfört med kloridbaserade halkbekämpningsmedel.

Eftersom det bryts ner naturligt till ofarliga komponenter har CMA en lägre påverkan på ekosystem, särskilt i vattendrag och vegetation. Det är också säkrare för armeringsstål.

Kostanden för CMA är betydligt högre än för traditionellt vägsalt. Detta gör det mindre attraktivt för bred användning i områden med mycket is och snö.

Trots att CMA är mindre korrosivt mot metaller, har studier visat att det kan ha negativa effekter på asfalt och cement. CMA har funnits vara nedbrytande för asfaltbeläggningar och cementpasta över tid på grund av kemiska reaktioner. Det finns olika källor på detta och CBI:s rapport om *Dammbindning på betong* är en av dem (CBI, 2011).

5.2.5 SafeLane® surface overlay

En metod och material som utvecklats för halkbekämpning och packning av snö på har utvecklats av Cargill med huvudkontor i USA. De har tagit fram en vägbeläggning med epoxygrund där ytbeläggningen lagrar avisningsmedel som spridits över vägbanan. Ytbeläggningen släpper ifrån sig avisningsmedlet direkt när det behövs, till exempel under och efter snöfall.

Funktionen hos ytbeläggningen innebär att avisningsmedlet börjar verka i samma stund som snön börjar falla, eller direkt vid väderomslag när temperaturen sjunker under noll grader. Detta innebär att exempelvis saltning inte behöver utföras inför ett snöfall, salt finns redan lagrat i vägytan och börjar verka direkt.

Denna funktion leder till minskad spridning och förbrukning av avisningsmedel som till exempel saltlake.

Enligt tillverkaren uppfylls störst effektivitet hos vägbeläggningen om den används på ställen och sträckor där risk för halka är störst.

Som avisningsmedel kan salt användas men enligt tillverkaren är åtgången av saltlösning mycket mindre än vid konventionell saltning. En ytterligare besparing enligt tillverkaren är att vägar med denna vägbeläggning behöver saltas färre gången än vägar med konventionell asfalt eller betong.

Enligt tillverkaren följer en ytterligare positiv effekt genom användning av denna typ av vägbeläggning. Epoxygrunden bildar en helt tät förbindelse till underlaget och hindrar

därmed vatten och salt att tränga in i väg och betongkonstruktioner med frostsprängning eller korrosionsskador som följd.

Ytterligare information om denna vägbeläggning kan läsas i länkarna nedan.

<https://www.cargill.com/industrial/winter-road-maintenance/safelane-surface-overlay>

<https://www.cargill.com/doc/1432076037172/slss-1102-sl-ca-48-sell-sheet.pdf>

5.2.6 Poly-Carb Overlay System

En annan tillverkare med samma typ av metod för uppbyggnad av vägbeläggning som i kapitel 4.3.2 är Flexogrid som tillverkas av Poly-Carb med sitt overlaysystem co-polymer.

Funktionen är liknande som hos SafeLane® surface overlay med skillnaden att Poly-Carb rekommenderar att deras ytbeläggning ska användas på broar och linkande tillämpningar.

Den stora skillnaden är att Poly-Carb Overlay system inte lagrar avisningsmedel i beläggningen som frigörs vid behov, utan detta är en ytbeläggning vars funktion är att bilda ett tätskikt mot underlaget samt öka vägfriktionen.

5.2.6.1 Jämförelsestudie mellan SafeLane och poly-carb

År 2014 utförde Colorado Department of Transportation en studie som jämförde de båda tillverkarna.

Där framgår att funktionen i SafeLane fungerar men att det kräver att ytbeläggningen "laddas" med avisningsmedel. Ska SafeLane användas som avisningsbeläggning bör avisningsmedel spridas mer ofta men i små mängder.

Rapporten finns att ladda ner här: <https://rosap.nrl.bts.gov/view/dot/27472>

5.2.7 Fixed Automated Spray Technology

Denna metod, förkortad FAST, används för att sprida kaliumacetat som avisningsmedel. Detta avisningsmedel korroderar inte stål, betong eller fordon. Metoden består i att fasta spraymunstycken monteras i vägbanan och sprayar vägbanan när risk för halka uppstår. Denna teknik är inte anpassad att installera längs en lång vägsträcka på grund av den komplexa funktionen och installationen. Systemet används primärt för att förebygga halka och avisa specifika plaster.

Systemet finns installerat i Kanada där det används för att avisa och förebygga halka på broar.

5.3 Övriga metoder

Övriga metoder för halkbekämpning omfattar användning av teknologiska lösningar med syfte att förbättra vägunderhållet genom teknik och automatisering.

5.3.1 GPS-system för väghållningsfordon

För att kunna planera, övervaka samt följa upp väghållningsfordonen kan ett GPS-system kopplat till varje fordon användas. Vilken information som ska samlas in och användas utformas efter verksamhetens behov.

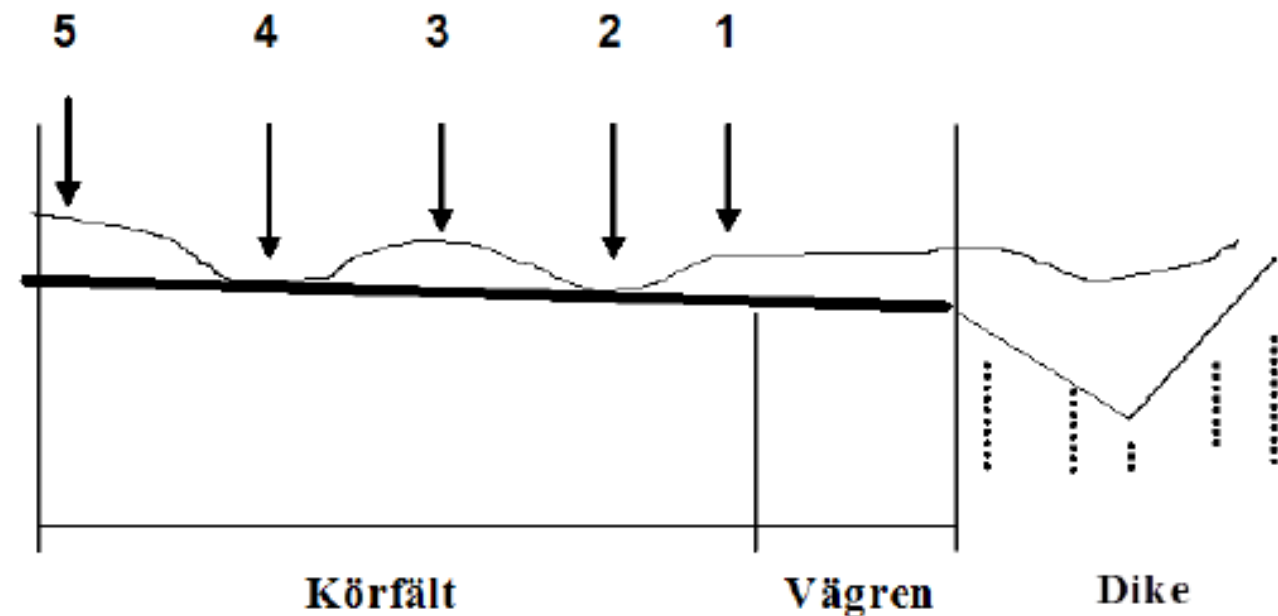
5.3.2 Förutspå väder med hjälp av driftsystem

För att effektivt kunna planera halkbekämpning av vägar är tillförlitliga väderprognoser avgörande. Genom att använda prognoser för temperatur, nederbörd och vind kan man förutse förhållanden som riskerar halka, exempelvis frost, snöfall eller regn på kalla vägbanor. Dessa prognoser kan kompletteras med avancerade driftsystem som övervakar och analyserar realtidsdata från vägnätet.

Driftsystemen kan samla in information i realtid, vilket sedan kan integreras med väderprognoser för att skapa mer detaljerade prognoser. Utifrån denna information kan halkbekämpningen planeras och genomföras mer effektivt. Data samlas in och rapporteras till en ledningscentral för analys och beslutsfattande. Genom att förutsäga när och var is kommer att bildas kan åtgärder vidtas i förväg.

Moderna driftsystem inkluderar sensorer och mätutrustning som kan mäta luftens och vägytans temperatur, vägens friktionstillstånd samt mängden utspritt halkbekämpningsmaterial. Driftsystemen består av sensorer både vid sidan av vägen samt som sensorer i vägbanan. I rapporten *Salthaltsmätningar för effektivare underhåll* lyfts problematiken fram att både utrustning samt programvara för dessa system är dyra. (Edeva, David Eskilsson, 2020). Enligt inhämtad prisuppgift från en leverantör kan en sensor kosta kring 4000 Euro.

Figur 11 från rapporten *The Winter Model: a winter maintenance management system* illustrerar komplexiteten i att mäta vägförhållanden. (Wallman, 2006). Mätvärden kan variera beroende på var på vägbanan de tas, vilket påverkar resultaten. Frågan uppstår om det mest informativa och relevanta mätvärdet fås i hjulspåren eller mellan hjulspåren. Att öka antalet sensorer för att täcka hela körbanans bredd med mätningar innebär ytterligare kostnader.



Figur 11 Körbanans olika delar: 1. Körfältskant 2. Höger hjulspår 3. Mellan hjulspåren 4. Vänster hjulspår 5. Vägmitt
(Illustration: Model: a winter maintenance management system, Wallman, 2006)

Generellt är det dyrt att implementera olika typer av "intelligenta" lösningar, vilket gör att det krävs en relativt stor trafikmängd för att det ska vara försvarbart. Det är dock troligt att priser på sensorer och annan teknik sjunker när tillverkningsvolymerna rimligen kommer att växa och nya metoder utvecklas.

5.3.3 Vägslagskameror

System för att övervaka vinterväghållningen i realtid kan underlätta och påskynda väghållarens beslut om halkbekämpning. Vägslagskameror kan användas för att i realtid besikta en väg okulärt och avgöra om det är snö på vägen. Detta gör det enklare för väghållaren att kontrollera om det till exempel drivit upp snö på vägen. Störst potential finns för platser dit det tar längre tid för väghållningsfordonen att ta sig.

5.3.4 Framtida ITS-lösningar

Framtida tekniker som kan hjälpa till att minska behovet av halkbekämpning genom att utföra halkbekämpning på exakt de platser som behov föreligger är under utveckling.

Ett utvecklingsområde är att fordon mäter om däcken släpper vägytan via ABS-givarna. Denna information kan sedan skickas ut till både fordon i närheten och till central datalagring.

Fördelarna är att fordon direkt i närheten skulle få varning om halt väglag och föraren kan då anpassa hastighet och körning med hjälp av informationen.

Driftledningen kan med hjälp av informationen utföra punktvis halkbekämpning där behovet föreligger och därmed undvika att till exempel sprida salt på en lång vägsträcka om det bara finns behov på en kort del av sträckan.

Ovanstående funktion med insamling och delande av data från fordon gällande bland annat halt väglag ligger dock längre fram i tiden. I forskningsprojektet Nordic Way 3 som beskrivs nedan framkom att till exempel datainsamling för halt väglag behöver utvecklas. Dessutom kan nämnas att datainsamling för halt väglag i Volvo-bilar endast sker om en eller flera abs-detektorer registrerar halka vid gaspådrag. Datainsamlingen för halt väglag får därmed anses vara bristfällig och kan inte enskilt ligga till grund för halkbekämpning.

Nya ITS-direktivet 2010/40/EU, med beslutsdatum 22 november 2023 reglerar att införandet av ovanstående typer av tekniker i transportsektorn ska ske inom hela EU.

Införandet av dessa tekniker ligger dock inte inom en tidshorisont som gör att andra lösningar för halkbekämpning inte bör införas i närtid. Förutom att tekniken ska utvecklas och standarder för både kommunikation mellan fordon och datainhämtning ska bestämmas, behöver länder enas om finansiering för att detta ska ske.

ITS-direktivet säger att varje land ska ha en Nationell Access Point (NAP) där fordon och användare kan koppla upp sig för att få tillgång till data. Utöver det behövs med stor sannolikhet flera InterChange Nodes (ICN) inom hela EU, sannolikt kan det behövas en ICN för varje medlemsstat. En interchange node fungerar som en nod som används av både dataanvändare och datagivare för att kunna leverera data och få efterfrågade data från rätt informationsställe.

Det nordiska forskningsprojektet Nordic Way som utfördes på uppdrag av EU avslutades i den tredje delen Nordic Way 3. I slutrapporten avhandlas bland annat hur finansiering bör ske och hur det privata näringslivet anser att detta bör ske.

Stora frågor att lösa inför införandet av dessa typer av ITS-tjänster och datautbytessystem är både finansiering och datasäkerhet.

En forskningsrapport från Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI), "Lag och cybersäkerhet i smart vägtrafik", tar upp säkerhetsriskerna som måste lösas och att den delade informationen måste klassificeras innan tekniken kan införas.

Slutrapporterna för Nordic Way kan läsas här

<https://www.nordicway.net/>

5.3.5 Intelligenta väghållningsfordon

Det framtida väghållningsfordonet är inte bara ett arbetsfordon utan också en bärare av olika typer av sensorer och mätutrustningar för insamling av data i realtid. (Möller, 2007)

Fordonet kan inkludera all ovanstående utrustning:

- GPS-system för lokalisering av fordonet.
- System för att samla in meteorologiska data såsom luftens och vägytans temperatur, luftfuktighet och siktförhållanden.
- System för att samla in uppgifter om väglag, vägytans friktionstillstånd och fryspunktstemperatur hos våt, fuktig eller moddig väg.
- System för att övervaka spridning och samla in data om mängden utspritt halkbekämpningsmaterial, t.ex. sand och salt i olika former.
- System för att rapportera ovan nämnda uppgifter till en ledningscentral där uppgifterna lagras.

Data kan användas både i realtid och för bedömningar av vad som bör göras framgent. Kunskap byggs succesivt upp empiriskt, vilket på sikt bör skapa bättre möjlighet att tidigt förutse olika problem med väglaget.

6 Utvärdering metoder

I utvärderingen har de olika metoderna för halkbekämpning granskats för att bedöma deras lämplighet under Ålands vinterförhållanden. Utredningen har även granskat andra insatser som kan stärka vägsäkerheten. Målet har varit att identifiera åtgärder som förbättrar både trafiksäkerheten och framkomligheten, samtidigt som miljöpåverkan och kostnadseffektivitet beaktas.

Vinterdäck

När det gäller vinterdäck kan strängare krav på dubbdäck bidra till bättre väggrepp och stabilitet under svåra väderförhållanden vilket skulle kunna minska risken för olyckor. Strängare krav skulle kunna vara att perioden för användning av dubbdäck förlängs, eller att det införs ett krav på dubbdäck i stället för friktionsdäck. Friktionsdäck, som ett alternativ, ger gott grepp på snö, men deras prestanda på is är inte lika bra som dubbdäckens. Dubbdäck har dock sina nackdelar: de orsakar ökat slitage på vägarna och bidrar till utsläpp av partiklar och mikroplaster, vilket påverkar luftkvaliteten negativt.

Samtidigt måste reglerna för vinterdäck harmoniseras med de som gäller i Sverige och Finland, eftersom fordon ofta reser mellan länderna. Strängare krav på dubbdäck skulle kunna försvåra dessa resor och skapa logistiska hinder.

Med tanke på de miljömässiga och praktiska utmaningarna avskrivs alternativet att införa strängare krav på dubbdäck.

Sänkta hastigheter

Lägre hastigheter leder till minskad skadeföljd vid olyckor. I Finland har införandet av lägre hastighetsbegränsningar under vintermånaderna haft en tydlig effekt på trafiksäkerheten. Genom att sänka hastighetsgränserna med 20 kilometer per timme under vintern har antalet personskadeolyckor minskat med 15 procent och dödsfallen med 29 procent på de vägar där hastigheterna justerats. Erfarenheterna från Finland pekar på att sänkta vinterhastigheter är en effektiv strategi för att öka trafiksäkerheten och minska olyckor.

Det är dock viktigt att notera att sänkta hastigheter inte gör vägarna mindre hala eller förbättrar framkomligheten. Halkrisken kvarstår, och vid svår halka kan fordon fortfarande glida av vägen, även vid låg hastighet, vilket kan orsaka stora materiella skador och leda till betydande bärgnings- och reparationskostnader – särskilt för tunga fordon som lastbilar.

De allmänna vägarna på Åland består till stor del av vägar med hastighetsbegränsning på 90 kilometer per timme, där en sänkning till 70 kilometer per timme skulle kunna

övervägas. En sådan sänkning, exempelvis på sträckan mellan Eckerö och Mariehamn, skulle innebära en tidsförlust på cirka 5 minuter.

Sänkta hastigheter kan vara en metod att överväga för att minska konsekvenserna vid olyckor och därmed öka trafiksäkerheten under vinterförhållanden

Trafikmeddelanden

Utredningen föreslår att trafikmeddelanden via radio fortsatt används som en metod för att informera trafikanter om exempelvis halka och andra riskfyllda vägförhållanden. Genom att snabbt nå ut till förare i realtid med relevanta varningar kan olyckor förebyggas, särskilt under vintermånaderna när risken för halka är hög. Radio är en effektiv kanal för att sprida information eftersom många förare lyssnar under körning, vilket gör det möjligt för dem att omedelbart anpassa sin hastighet och körsätt utifrån de rådande vägförhållandena. Utredningen ser trafikmeddelanden via radio som en enkel och kostnadseffektiv åtgärd för att förbättra trafiksäkerheten.

Mekanisk halkbekämpning

Vid utvärderingen av de olika mekaniska halkbekämpningsmetoderna har utredningen bedömt vilka som kan vara lämpliga. Plogbladen anses inte vara en långsiktig lösning, eftersom det höga slitaget gör dem kostsamma och resultatet är inte helt fastställt. Värmesystem skulle kunna vara en lösning att implementera vid framtida brobyten, men utifrån det underlag som finns idag, är det inte en metod som utredningen arbetar vidare med. Fastsandsmetoden utesluts också, eftersom den inte är tillräckligt effektiv för de trafikmängder och det varierande vinterklimat som råder på Åland. Raiko Icebreaker, som redan har köpts in av Landskapsregeringen, rekommenderas för fortsatta tester eftersom den har potential att förbättra isbekämpningen, framför allt då ett tjockare islager har byggts upp.

Kemisk halkbekämpning

Vid utvärderingen av de olika metoderna för kemisk halkbekämpning har utredningen bedömt vilka som kan vara aktuella att arbeta vidare med utifrån Ålands specifika förhållanden.

Socket anses inte vara en lämplig lösning att gå vidare med, eftersom det riskerar att locka vilt till vägarna, vilket kan öka antalet viltolyckor – ett problem som redan är vanligt på Åland.

CMA rekommenderas inte, eftersom studier visar att det reagerar med cement och bryter ned det över tid. För att gå vidare med CMA krävs mer kunskap, något som Landskapsregeringen behöver inhämta om de vill undersöka metoden vidare.

SafeLane overlay och Poly-Carb overlay system är intressanta alternativ, särskilt för vägsträckor som är extra utsatta för halka, exempelvis sänkor och broar. I dagsläget saknas dock tillräcklig information om kostnader och långsiktig effektivitet, vilket gör att utredningen inte rekommenderar att gå vidare med dessa alternativ nu. Det kan dock vara något som Landskapsregeringen kan undersöka närmare om de bedömer att systemen kan vara relevanta för framtida användning.

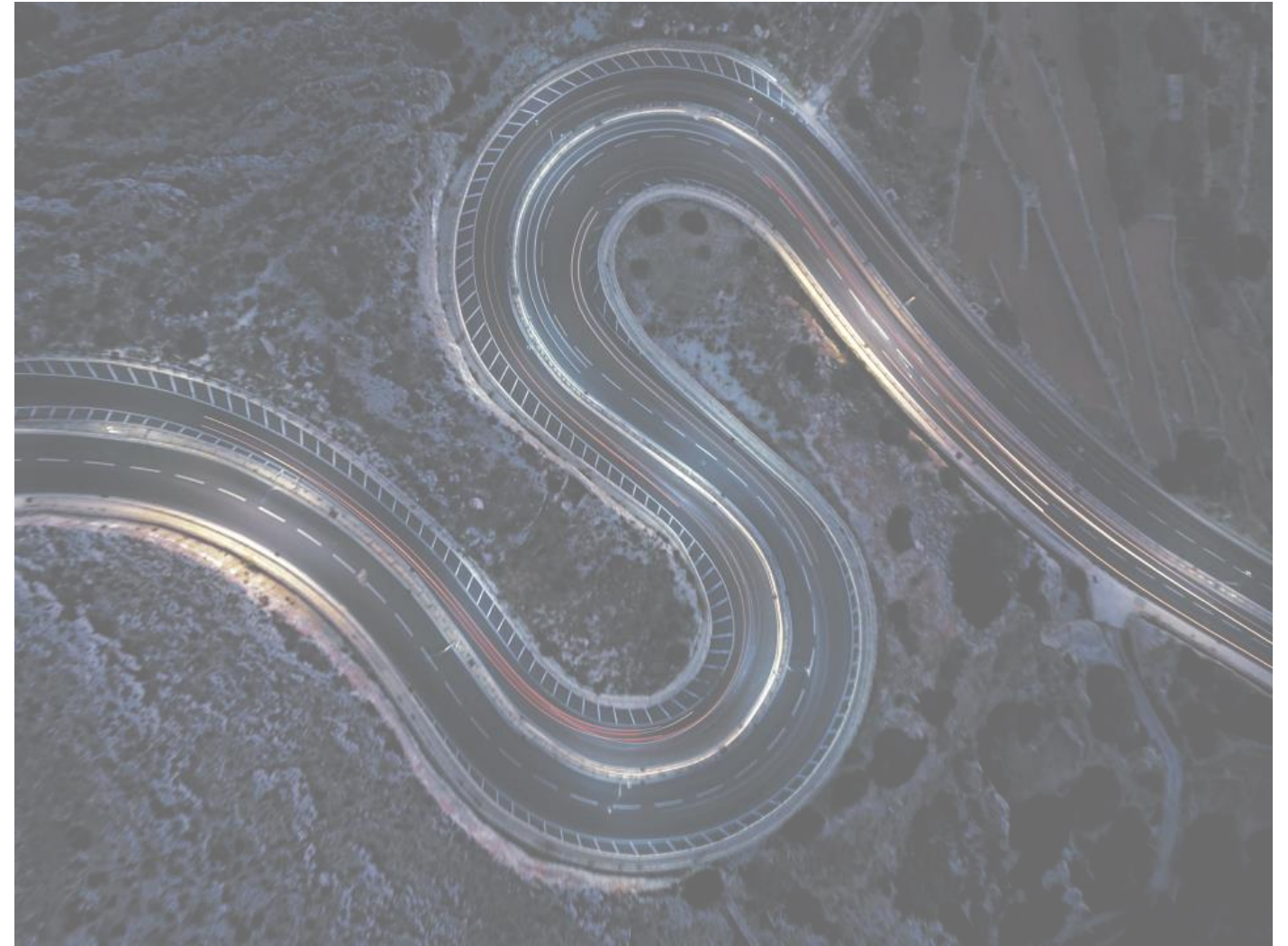
Fixed Automated Spray Technology (FAST) är en annan intressant metod för att förebygga halka, särskilt på broar eller andra kritiska platser. Trots dess potential bedöms installations- och driftkostnaderna vara osäkra, vilket gör att utredningen inte rekommenderar denna metod i nuläget. Om Landskapsregeringen bedömer det som intressant kan de välja att utreda tekniken vidare.

Salt bedöms som den mest kostnadseffektiva och pålitliga metoden för kemisk halkbekämpning. Genom att sänka fryspunkten på vägytor kan det effektivt förebygga isbildning och hålla vägarna säkra under vintern. Det är en välbeprövad metod som fortsatt rekommenderas på grund av sin kombination av prisvärdhet och pålitliga resultat.

Sammanfattningsvis framstår salt som den mest effektiva och ekonomiska metoden för kemisk halkbekämpning, medan andra alternativ, såsom CMA och de avancerade beläggningssystemen, kräver ytterligare utredningar och investeringar innan de kan bli aktuella.

Övriga metoder

Vid utvärderingen av de olika teknologiska lösningarna för halkbekämpning har utredningen bedömt att flera av dessa metoder, trots sin potential, är för kostsamma att implementera under nuvarande förhållanden. Landskapsregeringen använder redan GPS-system för väghållningsfordon och väglagskameror, vilket ger god hjälp för att övervaka och planera halkbekämpningsåtgärder. Däremot anses övriga teknologiska system, som driftsystem och intelligenta väglösningar, vara för dyra i dagsläget. Det är dock möjligt att dessa system kan bli mer prisvärda i framtiden, vilket skulle göra dem mer attraktiva att implementera när priserna sjunker och teknologin utvecklas.



7 Rekommendationer

Att minska antalet olyckor genom förbättrad halkbekämpning är en investering som kan vara svår att värdera direkt, men som har en positiv inverkan på samhället. En förbättrad halkbekämpning kan öka framkomligheten, minska restiden och förebygga olyckor – faktorer som i sin tur ger samhällsekonomiska vinster.

För att förbättra framkomligheten och trafiksäkerheten rekommenderas det att överväga två huvudsakliga alternativ för halkbekämpning:

Alternativ 1: Raiko icebreaker, sänkta hastigheter och trafikmeddelanden:

Landskapsregeringen har investerat i en Raiko icebreaker, som rekommenderas att testas som en alternativ metod för att förbättra halkbekämpningen. Även om dess effektivitet ännu inte är fastställd, kan den visa sig vara ett värdefullt komplement till övriga metoder.

Detta kan kombineras med sänkta hastigheter under vinterhalvåret, likt de finska vinterhastigheterna. Detta alternativ skulle kunna minska skadeföljden vid en trafikolycka genom att lägre hastighet minskar krockvåldet. Det är dock viktigt att notera att sänkta hastigheter inte gör vägarna mindre hala eller förbättrar framkomligheten. Halkrisken kvarstår, och vid svår halka kan fordon fortfarande glida av vägen, även vid låg hastighet, vilket kan orsaka stora materiella skador och leda till betydande bärgnings- och reparationskostnader – särskilt för tunga fordon som lastbilar.

En rekommendation är även att införa trafikmeddelanden via radion vid halt väglag. Detta skulle kunna informera trafikanter i realtid om farliga vägförhållanden och öka medvetenheten om risken för halka, vilket i sin tur kan bidra till ökad försiktighet i trafiken.

Detta alternativ innebär lägre kostnader än saltning, men riskerar att inte lösa problemen med framkomlighet.

Alternativ 2: Kemisk halkbekämpning.

Utifrån klimatförhållandena och den genomförda omvärldsanalysen framstår salt som den mest tillgängliga och effektiva halkbekämpningsåtgärden om kemisk halkbekämpning ska användas. Salt används redan regelbundet både i Sverige och Finland för att bekämpa halka på vägar, och metoden har visat sig vara särskilt effektiv i klimat där temperaturen ofta pendlar runt nollstrecket, vilket är typiskt för Åland under vintermånaderna.

Saltning är idag den mest effektiva och kostnadseffektiva metoden för att bekämpa halka. Den bryter ned is och snö snabbt, vilket förbättrar framkomligheten och minskar risken för olyckor. Dock medför saltning kostnader i form av påverkan på fordon, miljön och andra konstruktioner i vägmiljön. Trots detta kan saltning vara en nödvändig åtgärd, för att säkerställa framkomlighet och minska risken för olyckor.

Under den här studien har ingen annan halkbekämpningsmetod än saltning visat sig vara lika effektiv eller kostnadseffektiv för att säkerställa både vägsäkerhet och framkomlighet.

Om det bedöms att framkomligheten och trafiksäkerheten inte kan upprätthållas enbart med Raiko icebreaker och sänkta hastigheter, rekommenderas saltning införas som metod. Trots dess negativa effekter innebär saltning en effektiv och beprövad halkbekämpningsmetod på vägar där plogning och grusning inte räcker till.

7.1 Implementering

Rekommendation om implementering av ny halkbekämpningsmetod på det allmänna vägnätet föreslås baseras på följande 3 steg:

Steg 1:

Under vintern 2024/2025 används de tidigare metoderna med plogning, grusning och isrivning samt isrivning med Raiko icebreaker. Även sänkta hastigheter och trafikmeddelanden kan övervägas.

Efter vintersäsongen utvärderas om användandet av Raiko icebreaker ger ett tillräckligt bra resultat av vinterväghållningen utifrån framkomlighet och halkbekämpning. Upplevt resultatet som fullgott är rekommendationen att fortsätta halkbekämpning med hjälp av denna och om behov finns investera i flera likadana maskiner.

Steg 2:

Om det efter utvärdering av halkbekämpning enligt Steg 1 framkommer att ordinarie halkbekämpning inklusive Raiko icebreaker inte är tillräcklig, rekommenderas att testa halkbekämpning med salt på vägsträckor enligt kapitel 7.3.

För minimera investeringskostnaderna under en testperiod rekommenderas att saltspridning endast sker med befuktat salt som endast är en av metoderna som beskrivs i kapitel 8.1.

Rekommendationen är att endast vatten används som befuktningssmedel. Att befukta med endast vatten i stället för saltlake innebär att blandningsutrustning inte behöver köpas in. Metoden att befukta med vatten används även på vissa mindre regioner och kommuner i Sverige och ger ett fullt godtagbart resultat gällande framkomlighet och halkbekämpning.

Den bästa metoden att använda vid befuktat salt är befukta med saltlake vilket också ger det bästa resultatet. Att sprida salt som befuktats med vatten kommer dock i testskedet ge ett så bra resultat att halkbekämpning med salt kan utvärderas med fullgott resultat.

Att investera i all utrustning som behövs för saltspridning med alla tre metoder under testperioden är inte en rimlig investering.

Under testperioden rekommenderas att en kombinerad saltspridare för salt och befuktat salt med isolerad vattentank köps in. (Figur 13) Den isolerade vattentanken har en värmare förhindrar att vattnet i tanken fryser. Värmaren som kopplas till det vanliga elnätet gör att saltspridaren kan förvaras utomhus utan risk för att vattnet fryser.

Saltspridare med isolerad tank och värmare kostar i storleksordningen 40–45 000 Euro exklusive VAT

Under testperioden kan även dagens leveranser av salt i storsäck användas och något ytterligare förvaringsutrymme för salt behöver inte anordnas. Det behövs inte heller under testperioden någon anläggning för blandning av saltlake om denna metod används.

Värt att notera är att befuktat salt sprider mer salt än om saltlake används. Saltlake kan reducera mängden salt som används för halkbekämpning med ungefär 75 procent (SKL, Claes-Anders Malmberg och Peter Sandberg, 2014). Detta beror på att saltlaken fördelas mer jämnt över vägbanan och har en snabbare och mer effektiv verkan, vilket minskar behovet av att sprida stora mängder salt.

Steg 3

Beslutas det efter testperioden att salt ska införas som halkbekämpning på fler vägar där Landskapsregering är väghållare rekommenderas att samtliga tre metoder för saltspridning implementeras. Vid implementering av saltspridning kan då all utrustning som behövs köpas in och investeringskostnaden som följer är då försvarbar.

Saltspridaren med isolerad tank för vätska kan fortsätta användas utan förändring om saltspridning implementeras för halkbekämpning. Den kan då användas för att sprida befuktat salt med saltlake eller enbart torrsalt.

Utöver denna saltspridare behöver fler saltspridare köpas in beroende på hur många vägsträckor som ska saltas. **Rekommendationen är då att köpa tallriksspridare på flakväxlarram** och som kan sprida salt enligt de tre metoderna i kapitel 8.1, saltlake, befuktat salt och torrsalt.

Till detta behöver även en **blandningsutrustning** köpas in.

Det är även viktigt att i tid börja förbereda utbildning för personalen, vilket säkerställer att de är fullt rustade att hantera både den nya utrustningen och de uppdaterade arbetsmetoderna.

7.2 Rekommendation utrustning

Ålands landskapsregering har tre lastbilar med flakväxlare. Därför är rekommendationen att inköp av saltspridare är av typen växelflak. På så sätt utnyttjas flexibiliteten hos lastbilarna och samma lastbil kan användas för flera ändamål.

För spridning av saltlake rekommenderas tallriksspridare eftersom dessa är effektiva och spridningsbilden som tallriksspridare ger är yteffektiv. De flesta tallriksspridare går även att använda till torrsalt vilket gör att utrustningen inte är låst till endast en halkbekämpningsmetod.

För **Steg 1** finns redan Raiko icebreaker inköpt.

För **Steg 2** behövs en kombinerad saltspridare för salt och befuktat salt med isolerad vattentank köpas in. Kostnad cirka 40–45 000 Euro exklusive VAT

För **Steg 3** behövs tallriksspridare på flakväxlarram. För halkbekämpning av väg 1 och väg 3 är bedömningen att det räcker med en saltspridare då den sammanlagda vägsträckan är cirka 12 mil tur och retur. Om steg två redan utförts kan samma saltspridare användas i steg 3. Ska ytterligare vägsträckor saltas kan det finnas behov för ytterligare saltspridare. Antalet beror på hur många vägsträckor som omfattas. Om saltlake ska användas behövs även utrustning enligt kapitel 7.2.1 köpas in.

I steg 3 behöver även en blandningsstation för saltlake köpas in. Beroende på hur stor åtgång det är av saltlake kan även en extra lagringstank behövas. Rekommendationen är att en lagringstank köps in så att saltlake finns färdig att använda när behov uppstår.

Kostnad för blandningsstation är cirka 45–50 000 Euro exklusive VAT.

Kostnad för lagringstank är cirka 7 000 Euro exklusive VAT.

Leveranstid för en tallriksspridare varierar mellan olika tillverkare och modell men 6–8 veckor är brukligt.

7.2.1 Övrig utrustning

Förutom fordon och den utrustningen till fordon som behövs för saltning tillkommer även annan kringutrustning.

Väderskydd

Saltet måste förvaras väderskyddat för att inte utsättas för fukt och andra väderförhållanden. Detta kan göras i en lagerbyggnad eller ett lagertält. För att underlätta hanteringen bör utrymmet vara tillräckligt stort för att skottas, plogas och för att fordon ska kunna manövreras fritt där inne.

Blandningsstation

En så kallad saturator används för att blanda vatten och salt till saltlake. Karlstads

kommun rekommenderar att använda ett särskilt fordon som endast används för salttransport i lagret till saturatorn. Detta förhindrar att smuts fastnar under hjulen eller på skopan, vilket annars kan orsaka att saturatorn sätts igen och kräver rengöring.

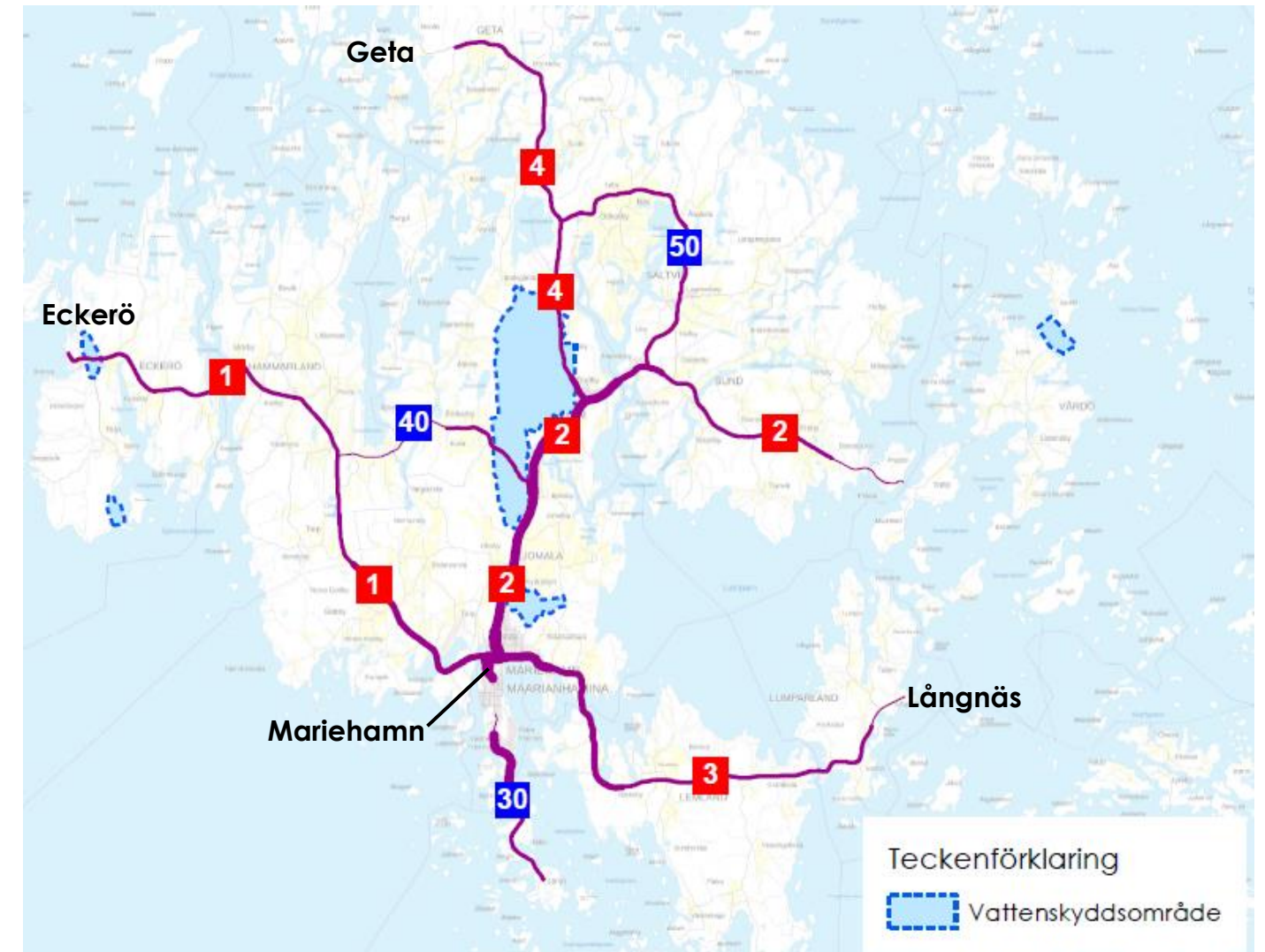
Lagertank

För att förvara den färdigblandade saltlaken behövs en lagertank. Karlstads kommun har också rekommenderat att tankens kapacitet oftast behöver vara större än vad som initialt planeras. Detta för att säkerställa att tillräckliga mängder saltlake finns för att täcka behovet under intensiva perioder.

7.3 Lämpligt vägnät

För att påbörja tester av saltning rekommenderas att fokusera på två vägsträckor. I första hand väg 3 Lemlandsvägen/Långnäsvägen, där tung trafik utgör 12 procent av trafiken. Denna väg är särskilt känslig för störningar, eftersom den är den huvudsakliga godstransportleden till och från Åland, med viktiga transporter från hamnen i Långnäs. Därefter bör väg 1 Hammarlandsvägen/Eckerövägen prioriteras, som förbinder färjeläget i Eckerö med Mariehamn övervägas.

Vägarna 4 Getavägen och 2 Nya Godbyvägen mellan Mariehamn och Geta är visserligen mer vältrafikerade, men de passerar genom ett vattenskyddsområde. Se Figur 12. Därför rekommenderas att först undersöka markförhållandena och bedöma eventuella risker med användning av vägsalt, och vid behov ta vatten- och markprover för att kunna följa upp om vattenskyddsområdet påverkas negativt.



Figur 12 Översikt vägnät. (Bakgrundskart: Lantmäteriverket)

7.3.1 Broar

Utredningen har noterat att halkbekämpning av broar är en särskilt utmanande uppgift eftersom broar ofta kyls ner snabbare än vanliga vägbanor och därför är mer benägna att bli hala vid kalla temperaturer. Det kan hända att saltlake fryser på ytan i stället för att förhindra isbildning. Detta har rapporterats vid vissa tillfällen, särskilt på broar där kalla luftströmmar underifrån kan bidra till snabb nedkylning av vägbanan.

För att halkbekämpningen på broarna utförs på bästa möjliga sätt rekommenderas att Landskapsregeringen hämtar in mer kunskap kring halkbekämpning av broar.



Figur 13 Tallriksspridare med dubbla isolerade tankar för befuktat salt med vatten (Bildkälla: Friggeråkers Verkstäder AB)

8 Halkbekämpning med salt

Utifrån klimatförhållandena och den genomförda omvärldsanalysen framstår salt som den mest tillgängliga och effektiva halkbekämpningsåtgärden på de allmänna vägarna om kemisk halkbekämpning ska användas. Salt används redan regelbundet både i Sverige och Finland för att bekämpa halka på vägar, och metoden har visat sig vara särskilt effektiv i klimat där temperaturen ofta pendlar runt nollstrecket, vilket är typiskt för Åland under vintermånaderna.

8.1 Dagens tre metoder att sprida salt

Det finns tre metoder som används idag för att sprida salt. Vid systematisk spridning av salt som halkbekämpning kombineras alla tre metoderna.

- **Saltlake.** Salt blandas i vatten tills en saltkoncentration på cirka 20 procent uppnås. Denna metod att sprida salt används i förebyggande syfte och som efterbehandling när plogning av snö skett. Fördelen med saltlake är att det minimerar mängden salt som används.
- **Befuktat salt.** Torrsalt sprids på vägen genom att det precis innan spridning befuktas med vanligen saltlake, alternativt vatten. Denna metod är ett effektivt sätt att sprida salt med högkoncentration och att saltet befuktas gör att det fastnar i snön/isen och inte blåser bort.
- **Torrsalt.** Torrsalt sprids på vägen utan att förbehandlas. Denna metod att sprida salt kan ge en hög saltkoncentration och har en enkel hantering. Metoden används framför allt i kombination med plogning. Då ger resterna av snön som bli kvar på vägen tillräckligt mycket fukt till saltet för att det ska börja verka direkt.

8.2 Metod vid väderutfall

Halkbekämpning med salt sker i tre olika steg beroende på väderförhållandena:

Förebyggande halkbekämpning

Förebyggande halkbekämpning utförs med saltlake när väderprognosen indikerar risk för halka. En mättad saltlösning minskar mängden spritt salt med 75 procent, jämfört med torrt salt. Att applicera saltlake innan kyla eller snöfall är ett sätt att förebygga isbildning och underlätta framtida snöröjning. Saltlake fungerar genom att sänka fryspunkten för vatten, vilket förhindrar att snö och is fäster på vägbanan. När saltlake sprids före ett snöfall eller ett temperaturfall, skapas en skyddande yta på vägen som gör det svårare för snön eller isen att få fäste och därmed minskas risken för halka.

Kombikörning

Vid snöfall kombineras plogning och spridning av befuktat salt, där torrsalt blandas med saltlake för att öka saltets effektivitet. Den avhjälpande halkbekämpningen syftar dels till att smälta redan bildad snö eller is på vägbanan, dels till att förhindra att snö och is

packas på samma sätt som på en osaltad väg. Genom att minska friktionen mellan snön och vägbanan hindrar saltet snön från att bilda ett kompakt och halt lager, vilket också gör plogningen mer effektiv.

För att säkerställa en effektiv halkbekämpning är det viktigt att vägbanan plogas innan halkbekämpningsmedlet sprids. Utan föregående plogning kan stora mängder smältvatten bildas, vilket riskerar att frysa och orsaka ny isbildning.

Befuktat salt, som är en kombination av torrsalt och saltlake, används för att förhindra att torrsalt studsar bort vid spridningen och för att förbättra saltets fäste på vägbanan. Detta ökar saltets effektivitet och ger bättre halkbekämpning.

Efterbehandling

Efter genomförda snö- och halkbekämpningsåtgärder kan ytterligare behandling behövas för att säkerställa att vägarna fortsätter att vara säkra och framkomliga. Detta kan omfatta åtgärder som att sprida mer salt för att motverka återfrysning, särskilt vid temperaturväxlingar, eller att ploga bort snömodd från vägbanan för att minimera risken för ny isbildning.

Återfrysning kan uppstå när smältvatten från tidigare åtgärder fryser på nytt, vilket gör efterbehandling nödvändig, särskilt på utsatta sträckor som broar och skuggade områden. En viktig del av efterbehandlingen är därför att övervaka vägytans tillstånd noggrant och anpassa insatserna efter aktuella väder- och trafikförhållanden.

8.3 Rätt metod vid rätt tidpunkt

Effektiv halkbekämpning handlar om noggrann planering och att sätta in rätt åtgärder vid rätt tidpunkt. Genom ökad kunskap om halkbekämpning och förbättrade arbetsmetoder kan mängden vägsalt minskas, samtidigt som samma effekt som tidigare uppnås. Att välja rätt metod vid rätt tidpunkt, anpassat efter väderförhållanden och trafikintensitet, är avgörande för att optimera halkbekämpningen.

8.3.1 En dedikerad vägmästare

En framgångsrik halkbekämpning förutsätter att ansvariga personer har både rätt kompetens och engagemang. Den som ansvarar för halkbekämpningen har i uppgift att samla in och analysera information om väderförhållanden, trafikintensitet och vägstatus, samt att fatta beslut om när plogning ska utföras och hur mycket salt som behövs. Att ha tillgång till aktuell information och kunna agera snabbt är avgörande för att minimera saltanvändningen och samtidigt säkerställa god framkomligheten och trafiksäkerheten.

Engagerad personal är en nyckelfaktor för framgång, och det är viktigt att skapa incitament för kontinuerlig utveckling av metoder. När halkbekämpningen utförs i egen

regi kan regelbundna kontroller och uppföljningar genomföras, vilket ger möjligheter att ständigt förbättra och optimera arbetsprocesserna.

En rekommendation är att gå en saltskola som förberedelse. Det finns både oberoende aktörer och företag som erbjuder det. Till exempel Gröna trender (Gröna Trender, 2024) och Nordic salts (Nordic salts, 2024).

8.3.2 Dokumentera och följ upp

Att dokumentera och följa upp halkbekämpningen är viktigt för att kunna förbättra arbetet över tid. Genom att notera varför insatser görs och analysera resultaten kan metoderna successivt bli bättre. Detta bidrar till en mer effektiv användning av resurser samtidigt som både säkra vägar och god framkomlighet upprätthålls under vinterförhållanden.

Karlstads kommun har tillsammans med VTI arbetat fram en handbok för sopsaltning av cykelvägar. I deras material finns det en del inspiration att hämta. Utöver saltskola och praktiska tips innehåller handboken även instruktioner och protokoll för väglagsobservationer som kan användas till grund för att ta fram egna protokoll. (VTI, Karlstad kommun, 2024).



8.4 Kostnad

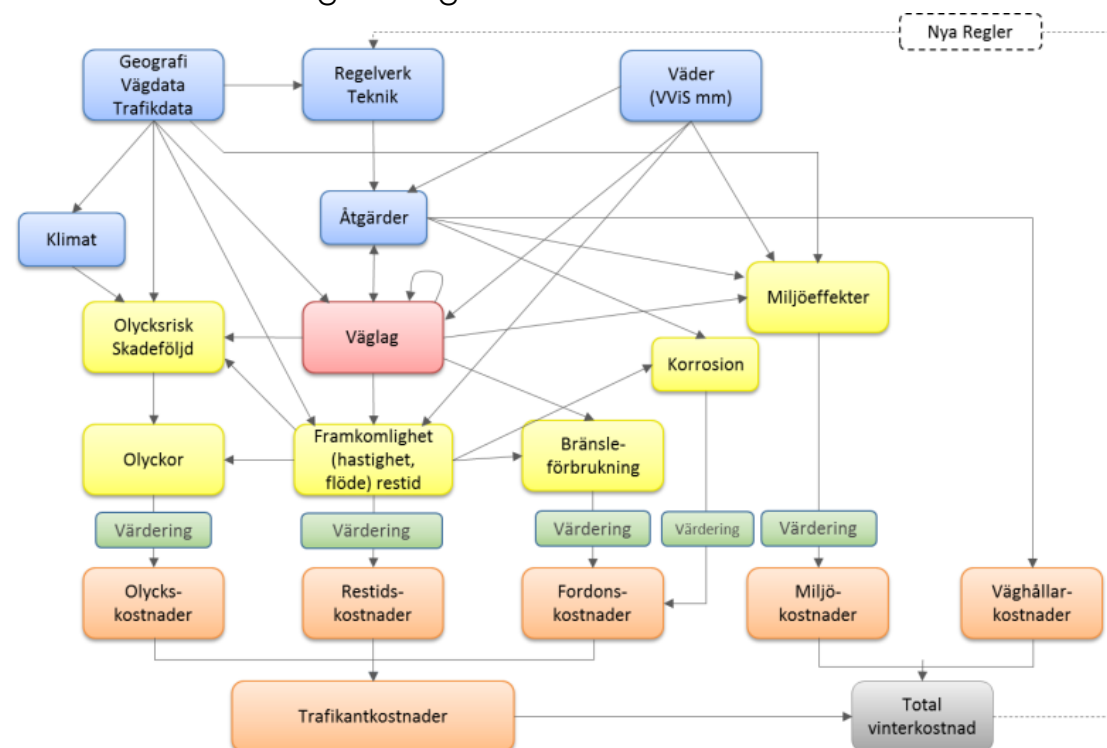
Det är svårt att göra en rättvis jämförelse mellan kostnaderna för saltning och plogning och grusning. Det handlar inte bara om materialkostnader – varje metod skiljer sig i utförande och kvalitet, vilket påverkar slutresultatet. Uppgifter om hur dyr saltningen är varierar dessutom, med skillnader på mellan 25 och 100 procent beroende på källa. Detta gör det ännu svårare att göra en exakt jämförelse mellan metoderna. Saltning erbjuder en annan typ av framkomlighet och säkerhet än plogning och grusning, vilket innebär att kostnaderna för olika insatser inte är direkt jämförbara.

Men vad är det egentligen som mäts? Halkbekämpning handlar inte bara om de direkta kostnaderna för åtgärderna, utan även om de långsiktiga effekterna. Saltning kan förbättra framkomligheten, minska restiden och förebygga olyckor – faktorer som i sin tur har stora samhällsekonomiska vinster. Olyckor medför kostnader för sjukvård, försäkringsbolag och förlorad produktivitet, och förseningar orsakar både ekonomiska och personliga förluster. Att minska dessa genom effektiv halkbekämpning är därför en investering som kan vara svår att kvantifiera direkt men som har en stor positiv inverkan på samhället.

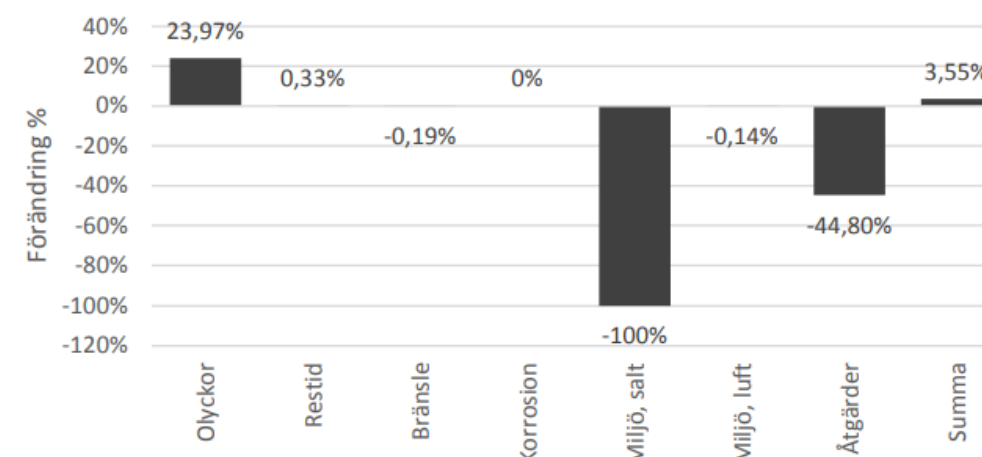
I projektet Vintermodellen arbetar VTI (VTI, Anna K. Arvidsson, 2014) med att beskriva konsekvenser av olika strategier inom vinterväghållningen och göra det möjligt att kunna beräkna de samhällsekonomiska kostnaderna. Figur 14 visar på komplexiteten gällande kostnader för vinterväghållning.

I rapporten *Tema Vintermodellen – Kalibrering och vidareutveckling av vintermodellen* har kostnaderna för att sänka driftstandarden på en väg beräknats. Ett exempel i rapporten jämför en väg med ÅDT (årsmedeldygnstrafik) på 2000, där halkbekämpningen går från att använda salt till att istället använda grus. Även om detta är det omvända till att gå över från grus till salt, ger det ändå en bild av de kostnadsmässiga skillnaderna mellan metoderna.

I Figur 15 representerar värdet 0 kostnaden för att använda salt som halkbekämpningsmetod på en väg med ÅDT 2000. Den procentuella skillnaden visar hur kostnaderna förändras om man istället halkbekämpar samma väg med grus. När driftstandarden sänks från saltning till grusning ökar olyckskostnaderna med 24 procent, vilket innebär att fler olyckor sker på en osaltad väg. Å andra sidan minskar miljöpåverkan med 100 procent eftersom salt inte längre används, och kostnaden för själva åtgärden (metoden för halkbekämpningen) sjunker med 45 procent, vilket betyder att det är billigare att grusa än att salta. Den totala samhällskostnaden visar på att det blir 3,55 procent dyrare att grusa en väg än att salta den sett till nedanstående faktorer.



Figur 14 Bild som visar på komplexiteten gällande kostnader för vinterväghållning. (Bildkälla: Tema Vintermodellen Kalibrering och vidareutveckling av vintermodellen).



Figur 15 Procentuell skillnad vad det kostar att sänka en vägs driftstandard från saltning till grusning. Utifrån dessa uppgifter kan en försiktig slutsats dras om att, sett till själva åtgärden, är det dyrare att halkbekämpa en väg med salt, men att denna metod samtidigt minskar kostnaderna för olyckor tack vare förbättrad trafiksäkerhet.

8.5 Saltets miljöpåverkan

Vägsalt har en negativ påverkan på vatten, vegetation och även insekter som finns i diken, till exempel fjärilar. Eftersom salttoleransen varierar mycket mellan olika arter går det inte att sätta generella gränsvärden för alla växter på hur höga salthalter marken kan innehålla innan någon skada sker.

Hur mycket omgivningen påverkas av vägsalt är svårt att förutsäga, eftersom påverkan varierar beroende på platsens specifika förutsättningar. Faktorer som jordens genomsläpplighet och vattenflöden spelar en avgörande roll för hur salt sprids och ackumuleras. På vissa platser kan saltsprut från fordon, särskilt längs hårt trafikerade vägar, spridas längre bort från vägkanten än vad man tidigare beräknat, vilket gör att även områden längre från vägen kan drabbas av saltets effekter.

Efter kalla och snörika vintrar kan träd och buskar nära vägar ibland slå ut sent på våren eller inte alls. Detta beror ofta på saltstänk som träffar växtdelarna, vilket kan orsaka att knoppar och barr torkar ut och tar skada. På större vägar är saltsprej från fordon en av de främsta orsakerna till skador på växtligheten. Påverkan sker dock inte enbart genom direktkontakt; natriumkloriden från vägsaltet tränger också ner i jorden och påverkar växterna indirekt.

Vägsalt påverkar jorden direkt genom så kallad kemisk markpackning, vilket stör jordens struktur. När jordens struktur försämras, påverkas även dess syresättning, rottillväxt och förmåga att balansera vatten. Detta fenomen är särskilt tydligt på lerjordar, där saltet leder till sämre växtförhållanden för växtligheten nära vägar. På sandiga och lätta jordar sköljs däremot saltet bort snabbare av nederbörden innan växtsäsongen börjar.

8.6 Ökat slitage och underhåll

Maskiner och fordon som används för att sprida salt och saltlake får ett ökat slitage. Spridning av saltlake sliter mer på fordon och utrustning än vad spridning av tordsalt gör. Spridning av saltlake under pågående snöfall utförs oftast under lägre hastigheter än vägens hastighetsgräns och spridning av salt och saltlake vid låga hastigheter ger en ganska liten slitageökning.

Spridning av saltlake i förbyggande syfte inför ett väderomslag eller inför ett snöfall utförs i betydligt högre hastigheter än vad som beskrivs ovan. Ofta utförs den här typen av förebyggande spridning i hastigheter mellan 70–80 kilometer per timme. Detta leder till ett betydligt ökat slitage och detta inskränker sig framför allt till bakänden på lastbilarna. Vid högre hastigheter uppstår luftvirvlar och turbulens som gör att saltlaken sugas mot lastbilen. Det som i synnerhet slitits mest och ger ökade underhållskostnader är slitage och skador på hydraulkopplingar, baklyktor och lampor bak samt sidomarkeringsljus baktill på lastbilarna.

En viktig åtgärd för att minska underhållskostnader och slitaget som uppstår vid spridning av salt och saltlake är att tvätta fordonen efter varje körning. Vid tvättning behöver fokus läggas på ram och påbyggnad, luftventiler i aluminium, belysning baktill, axlar samt utrustningen som sprider saltlaken.

8.6.1 Ökat slitage kontra ökade investeringskostnader

Frågan som uppstår är om det ökade slitaget påverkar den planerade takten för utbyte av maskiner och lastbilar och om mer pengar behöver avsättas för investeringar.

Svaret på frågan kan bli både ja och nej, vilket beror på vad som är dagens planerade takt för utbyte av maskiner och lastbilar.

I Sverige är Trafikverket vägghållare för det statliga vägnätet och den i särklass största beställaren av vintervägunderhåll och halkbekämpning. I Trafikverkets upphandlingar ställs krav på de fordon som ska användas i Trafikverkets verksamhet. De allra flesta kommuner brukar följa Trafikverkets krav vilket gör att dessa krav blir ledande i Sverige.

En viktig del av Trafikverkets krav på fordon som används i upphandlade kontrakt är avgasutsläpp och miljökrav. De senaste 20 åren har det på EU-nivå tagits fram nya EURO-klassningar för avgasutsläpp på fordon som säljs inom EU. Trafikverket följer denna lagstiftning och ställer i sina upphandlingar krav på vilken EURO-klassning som ska gälla för den specifika upphandlingen. Detta leder till att fordon som används för halkbekämpning regelbundet byts ut på grund av krav att en ny EURO-klassning gäller i förnyade upphandlingar.

Det ökade slitaget och underhållskostnaderna syns därför inte för de kontrakterade entreprenörerna eftersom de ofta behöver byta fordon på grund av högre krav för avgasutsläpp, och inte för att fordon slitits ut eller måste bytas ut på grund av stora reparationskostnader.

8.7 Övrig information om utrustning

För att sprida tordsalt används saltspridare, ofta kombinerad salt/sandspridare. Det finns olika typer av spridare och avgörande är hur ofta och hur mycket salt som ska spridas.

- En spridarutrustning som inte är så kostsam är att montera sand/saltspridare som baklem på en grusbil. Spridningen sker direkt från flaket med flaket nedsänkt. Installationen är inte kostsam och samtidigt kan lastbilen användas för andra ändamål än bara halkbekämpning. Spridaren styrs från förarplatsen. Nackdel med denna typ av installation vid saltspridning är att saltet ligger direkt på lastbilsflaket och därmed utsätter flaket för salt.

- En annan lösning är bogserad sand/saltspridare. Denna spridare bogseras av lastbilen och materialet transporteras på flaket och tippas ned i spridaren, vanligen med en spridarlem. Denna lösning är flexibel eftersom spridaren är lätt att koppla ifrån dragbilen så att den kan användas för andra ändamål än halkbekämpning. Nackdelen är att även här förvaras salt direkt på flaket och utsätter flaket för påverkan.
- Tallriksspridare är en av den vanligaste utrustningen för att sprida salt. Denna utrustning är anpassad för spridning av salt och tillverkas i flera olika storlekar. Det finns även små tallriksspridare att montera på pick-ups.

För saltspridning på vägar används normalt sett lastbilar där mindre modeller av tallriksspridare monteras som en kassett direkt på flaket. Dessa går att demontera genom att ställa dem på stödben och sedan köra undan lastbilen.

De större spridarmodellerna tillverkas som lastväxlarflak och har oftast både hög kapacitet på spridningen och stor lastmängd. Dessa är tillverkade så att de har ett fack för torrsalt och ett fack för saltlake eller vatten. Oftast så har dessa modeller så hög lastkapacitet i de olika facken att det inte går att ha båda facken fulla samtidigt. Då kan vikten på saltspridaren överstiga lastbilens maximala lastvikt.

Lastväxlarflaken går snabbt att lyfta på och av från lastbilen vilket gör att en lastbil kan användas för många användningsområden.

Vid spridning av saltlake används oftast tallriksspridare, dessa är väldigt effektiva då de har stor spridningsbild. Tallriksspridare finns med stora magasin för saltlake vilket gör att de även är effektiva för spridning över långa sträckor. De flesta tallriksspridarna är anpassade för salt, saltlake eller båda två.

Det är även denna typ av saltspridare som används för att sprida befuktat salt. Då används båda fack i saltspridaren och facken kan då fyllas med så mycket salt och saltlake som behövs vid den specifika körningen.

Vill man använda samma utrustning för att sprida sand måste det kontrolleras noggrant att den är anpassad för sandspridning.

En ytterligare variant är sand/saltspridare som bärs av traktor- och/eller lastmaskin. Dessa varianter har kortare räckvidd då magasinet inte kan fyllas på under körning. Skall kortare sträckor halkbekämpas är detta dock en kostnadseffektiv metod eftersom denna typ av spridare inte kostar lika mycket som en lastbilsburen spridare. Spridare av denna typ kan användas av maskiner som redan finns i verksamheten.

Utrustning som köps in för hjullastare och traktorer bör vara kombinerade för att kunna bäras av både hjullastare och traktor. På så sätt erhålls mest flexibilitet för utrustningen.

Den vanligaste burna spridaren för traktor och hjullastare är att de är kombinerade sand och saltspridare, vissa tillverkare erbjuder tillbehör så att traktorburna salt- och sandspridare kan användas för spridning av saltlake.

Avgörande vid inköp av traktorburna spridare är vilket användningsområde de är tänkta att användas till. Om de är tänkta att användas för att komplettera saltning vid extra utsatta platser som till exempel cirkulationsplatser är spridare för saltlake att föredra.

8.8 Skynda långsamt

Vid införandet av nya halkbekämpningsmetoder, som exempelvis saltning, är det viktigt att ta hänsyn till många parametrar för att säkerställa en god implementering. För att undvika att projektet blir övermäktigt kan det vara fördelaktigt att börja med ett mindre område i stället för att försöka införa förändringarna på hela landskapets vägnät på en gång. Detta ger möjlighet att utvärdera resultaten i mindre skala och göra justeringar innan metoden tillämpas mer omfattande.

I områden med känsliga miljöer och stark opinion kan det vara särskilt värdefullt att i förväg etablera mätpunkter som referenspunkter. Genom att ha tillgång till data från dessa punkter kan man övervaka om salt tränger ned i marken och påverkar miljön. Detta tillvägagångssätt skapar en transparent process och ger underlag för att bedöma om åtgärderna är hållbara och miljösäkra på längre sikt.

9 Avslutning

Utredningen anser att det finns skäl att införa ytterligare metoder för halkbekämpning. Driftpersonalen som utför snöröjnings- och halkbekämpningsåtgärder har uttryckt att de under nuvarande förutsättningar har svårt att upprätthålla både acceptabel framkomlighet och halkfria vägar under vinterförhållanden. Med ett förändrat klimat är det inte säkert att de vinterväghållningsmetoder som tidigare fungerat i en region fortfarande är effektiva. För att uppfylla Ålands mål om god framkomlighet, särskilt under vintermånaderna, är bedömningen att halkbekämpningsmetoderna förstärks. Detta är av betydelse för att säkerställa att transporter fungerar och att samhällets grundläggande funktioner, såsom transporter av varor och människor, kan ske.

Avvägningen kring vägsalt handlar om att balansera trafiksäkerhet, samhällsekonomiska kostnader och miljöpåverkan. Vägsalt har en positiv effekt på trafiksäkerheten genom att minska halkrisken och därmed reducera antalet olyckor. Samtidigt finns långsiktiga negativa effekter på både fordon och miljö. Vägsalt bidrar till korrosion, vilket leder till en kortare livslängd för fordon samt ökade reparations- och underhållskostnader. När dessa faktorer vägs mot varandra – olyckor kontra korrosion – framgår att kostnaderna för trafikolyckor, inklusive personskador och förlorad arbetskapacitet, ofta bedöms vara högre än de kostnader som korrosion medför. Därtill har saltet en negativ miljöpåverkan, eftersom det kan försämra mark- och vattenkvaliteten.

Att värdera de miljömässiga kostnaderna kräver en förståelse för både direkta och indirekta effekter. Vägsalt kan förändra markens kemiska sammansättning, vilket kan skada vegetationen och kan påverka den lokala biologiska mångfalden negativt. Hur saltet sprider sig beror på faktorer som nederbörd, markens genomsläpplighet och områdets topografi. Vattnets flöde genom olika jordlager och hur snabbt det rinner av från vägytor påverkar både spridningen och koncentrationen av salt i närliggande ekosystem.

Samtidigt pågår utvecklingen av nya saltprodukter och vägtekniker, vilket kan leda till mer miljövänliga alternativ i framtiden. Innovativa lösningar som minskar saltets korrosiva och miljömässiga effekter utan att äventyra trafiksäkerheten kan komma att förändra balansen mellan dessa faktorer framöver. Det är därför viktigt att vara medveten om att framtida teknologiska framsteg kan erbjuda nya möjligheter till en mer hållbar vinterväghållning.

Landskapsregeringen står inför en avvägning där trafiksäkerheten och framkomligheten önskas förbättras, samtidigt som de långsiktiga samhällsekonomiska och miljömässiga konsekvenserna av saltanvändningen måste beaktas. I enlighet med landskapsregeringens övergripande mål om att främja hållbar utveckling, krävs det att

man hittar en balans mellan att upprätthålla säkra och acceptabelt framkomliga vägar och att minimera långtidseffekterna på både ekonomin och ekosystemen.

Ur ett trafikperspektiv rekommenderas det att genomföra förbättrad halkbekämpning enligt kapitel 7.

För vidare arbete med salt som halkbekämpningsmetod rekommenderas att:

- Arbeta vidare med rekommendationer för halkbekämpning av broar.
- Gå en saltskola. Förbered utbildning för personalen, vilket säkerställer att de är fullt rustade att hantera både den nya utrustningen och de uppdaterade arbetsmetoderna.

10 Referenser

CBI. (2011). *Dammbindning på betong, litteraturstudie.*

Edeva, David Eskilsson. (2020). *Slutrapport Skyltfonden – Salthaltsmätningar för effektivare underhåll.*

Gröna Trender. (10 2024). Hämtat från <https://gronatrender.se/>

Jord- och skogsbruksministeriet. (10 2024). *Anpassning till klimatförändringen.* Hämtat från <https://mmm.fi/sv/natur-och-klimat/anpassning-fill-klimatforandringen#:~:text=Klimatf%C3%B6r%C3%A4ndringarna%20har%20redan%20nu%20konsekvenser%20ocks%C3%A5%20i%20Finland%2C,bli%20kortare%20%C3%A4n%20tidigare.%20%C3%84ven%20extrema%20v%C3%A4derfenomen%20f%>

Möller, S. (2007). *Nya tekniker och metoder inom vinterväghållning - En litteraturgenomgång.* VTI.

Nordic salts. (10 2024). Hämtat från <https://nordicsalts.com/>

Nordiskt vägforum. (2020). *Vinterväghållning i de nordiska länderna Rapport nr. 1/2020.*

SKL, Claes-Anders Malmberg och Peter Sandberg. (2014). *Vitt på svart om kommunal vinterväghållning.*

Trafikledsverket. (u.d.). Hämtat från <https://vayla.fi/sv/underhall/vagnatet/vintervaghallning/hastighetsbegransningar> den 07 06 2024

Trafikledsverket. (10 2024). *Trafikledsverket - Halkbekämpning.* Hämtat från <https://vayla.fi/sv/underhall/vagnatet/vintervaghallning/halkbekampning>

Trafikverket. (2022). *Vägar och gators utformning KRAV 2022:001.* Trafikverket.

Trafikverket. (2022). *Vägar och gators utformning RÅD 2022:003 .* Trafikverket.

Transport- och kommunikationsverket. (u.d.). *Information om däck.* Hämtat från <https://www.traficom.fi/sv/transport/vagtrafik/information-om-dack> 06 2024

Transportstyrelsen. (u.d.). *Vinterdäck.* Hämtat från <https://www.transportstyrelsen.se/vinterdack> 06 2024

VTI, Anna K. Arvidsson. (2014). *Tema Vintermodell Kalibrering och vidareutveckling av vintermodellen.*

VTI, Anna Niska. (2006). *Tema Vintermodell - Olycksrisker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snöväglag.*

VTI, Karlstad kommun. (10 2024). *Handbok för sopsaltning av cykelvägar.* Hämtat från <https://www.vti.se/forskning/cykling/drift-och-konstruktion-av-cykelbanor/handbok-for-sopsaltning-av-cykelvagar>

VTT, Harri Peltola. (2015). *Talviajan nopeusrajoitusten liikenneturvallisuusvaikutukset: Vuosien 2010–2014 onnettomuuksien tarkastelu.*

Väylävirasto Trafikledsverket. (den 05 06 2024). *Väylävirasto Trafikledsverket.* Hämtat från <https://vayla.fi/sv/underhall/vagnatet/vintervaghallning/hastighetsbegransningar>

Wallman, C.-G. (2006). *The Winter Model: a winter maintenance management system.*

ÅlandsRadio. (2024). [https://alandsradio.ax/nyheter/liberal-efterlyser-plan-halkbekampning-staden.](https://alandsradio.ax/nyheter/liberal-efterlyser-plan-halkbekampning-staden)