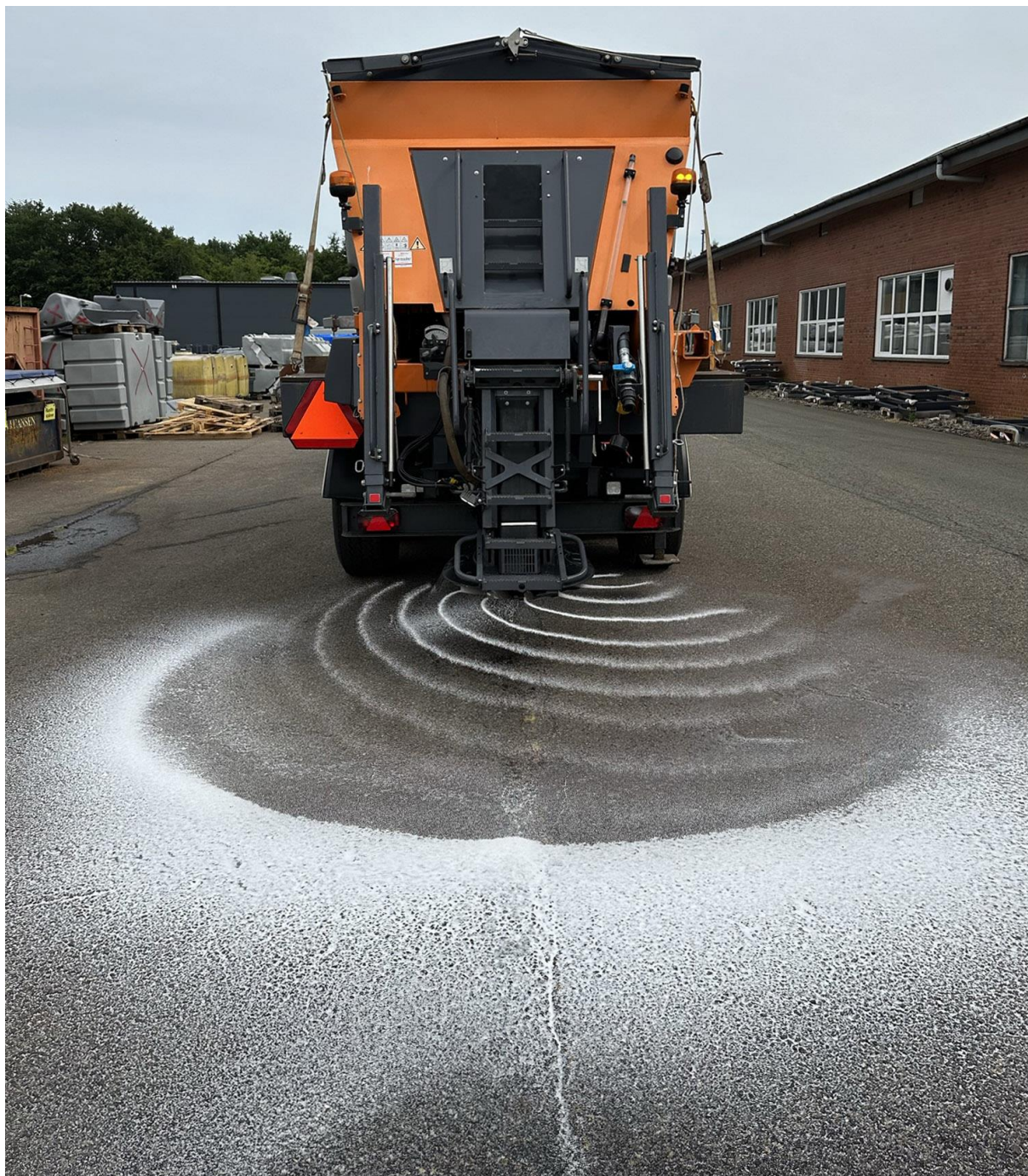


Cirkulärt salt – En förstudie



Rapport

Cirkulärt Salt - En förstudie

Oktober 2023

Författare: Fredrik Eide, GC Rieber Salt AB

Christer Andersson, ViaPM AB

Dr Franz Götzfried (Appendix Kunskapsöversikt Europa)

Innehåll

1	Introduktion	6
1.1	Bakgrund	6
1.1.1	Cirkulärt salt – möjligheter och utmaningar	6
1.2	Syfte	7
1.3	Definitioner	8
2	Metod	8
2.1	Litteraturstudie	9
3	Beskrivning av vinterväglagsverksamhet avseende salt	9
3.1	Natriumklorid & Cirkulära salter	9
3.1.1	Processer för tillverkning av salt	9
3.1.2	Nya cirkulära processer	10
3.1.3	Värdekedja för olika salters leveranser till Sverige	11
3.1.4	Tillverkning av saltlösning i saturatorer	11
3.1.5	Saltvolymen på den svenska marknaden	12
3.1.6	Prisbilder på salt	12
3.2	Vägsaltets funktioner	13
3.3	Salternas issmältningskapacitet	14
3.3.1	Olika salters issmältningskapacitet	14
3.3.2	Kornstorleken inverkan på issmältningskapaciteten	15
3.4	ISO standarder gällande salt	16
3.5	Praktisk hantering av salter	16
3.5.1	Lagring av salter	17
3.6	Spridning av salt	17
3.6.1	Spridning av befuktat salt	17
3.6.2	Befuktning av vakuumsalt	18
3.6.3	Spridartekniker	18
3.6.4	Bedömning av spridningsmönster	19
3.7	ISO standarder gällande saltspridningsmaskiner	20
4	Vägsaltanvändningen i Europa	21
4.1	Vägsaltanvändningen i Europa – Erfarenheter	21
4.1.1	Försök gjorda i Norge	22
4.1.2	Från Danmark	23
4.2	Studiebesök	24
4.2.1	Ålborgs kommun	24
4.2.2	EPOKE Danmark	29

4.2.3	Bro Stockholm Ragn-Sells	31
4.3	Workshop svenska marknadsaktörer	34
4.3.1	Sammanställning Workshop	34
5	Miljöberäkning	35
5.1	Miljöpåverkan gatusalter	35
6	Diskussion	37
7	Slutsats.....	38
8	Rekommendationer	38
9	Referenser	39
10	Bilagor	40
10.1	Vakuumsalt för vintervägunderhåll	40
10.2	Work Shop – Cirkulärt Salt.....	50
10.3	Lista på referenser från litteraturundersökningen.	59
10.4	Bildspel från studiebesök Ash2Salt, Ragn Sell 231004.	60

Figurförteckning

Figur 3.1:	Finmaskigt stål nät ovanpå blandningsenheten slår isär finkornigt salt vilket förhindrar klumpbildning i saturator. (Consalt, 2023).....	12
Figur 3.2:	Fasdiagram för tre olika salter. Beskriver hur mycket ett salt sänker fryspunkten vid olika koncentrationer. Eutektisk fryspunkt är den lägsta temperaturen som ett salt kan ha i flytande form vid en viss koncentration. Det gråa området visar den praktiska tillämpningen av salter på vintervägar.	13
Figur 3.3:	Salternas issmältningskapacitet (g smält is/g salt) efter 60 minuters verkningstid. (Danska Vejdirektoratet, 2020)	14
Figur 3.4:	Issmältningskapaciteter för olika salter och saltlösningar. De två kurvorna med NaCl i figuren är befuktat med mättad saltlösning. (Badelt, 2003).....	15
Figur 3.5:	Issmältningskapacitet g is per g salt. (Badelt, 2003)	15
Figur 3.6:	De fririnnande egenskaperna hos ett salt testas i en låda med ett "Sonntag test" (F. Götzfried, 2016).	17
Figur 3.7:	Spridningsmönster med stensalt resp. vakuumsalt vid stillastående ger olika halvmånemönster. (Badelt & Moritz BAST V186)	19
Figur 3.8:	Spridningsmönster vid olika hastigheter på fordonet. (Badelt & Moritz BAST V186).	19
Figur 3.9:	Spridningsmönster tvärs vägriktningen vid olika hastigheter. (Badelt & Moritz BAST V186).	20
Figur 4.1:	Siktkurvor för havssalt och malet havssalt.	23
Figur 4.2:	Saltlager i Aalborgs kommun på ca 6000 ton.	27
Figur 4.3:	Avtryck i vakuumsalt	28
Figur 4.4:	"Vakuumsalt – Noen erfaringer Romerike Öst , Knut Yssen 2014-02-25 (Yssen, 2014-02-25, s. 5).....	28
Figur 4.5:	Blandningsstation för vakuumsalt och havssalt. Återanvändning av gammal spridarutrustning med band i botten.	29

Figur 4.6: Saltkaret med galler ovanpå. Till höger ses axeln utstickande nubb som fungerar som en omrörare (med vitt salt på).	30
Figur 4.7: EPOKE's princip med omrörare och ett fjäderband som doserar fram rätt mängd via utläggningsvalsen.	30
Figur 4.8: Spridning av vakuumsalt med EPOKEs spridare.	31
Figur 5.1: Utsläpp av koldioxid för olika typer av vägsalter. Magnesiumklorid är inlagd som jämförelse. Ingen officiell siffra på kalciumklorid kunde hittas. (Aase teknik AS & Eide F, 2023).	36

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Denna förstudie är finansierad av Trafikverket och Vinnova.

ViaPM och GC-Rieber Salt har genomfört förstudien.

För att Sverige skall kunna bidra till en minskad klimatpåverkan har regeringen i sitt klimatpolitiska ramverk angett att Sverige inte skall ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045, samt att den svenska fordonsflottan skall vara fossilt oberoende till 2030. Trafikverket har en ambition att minska klimatpåverkan som infrastrukturunderhåll ger upphov till. Trafikverket har utifrån det nationella klimatmålet satt upp ett långsiktigt mål om att infrastrukturen ska vara klimatneutral senast 2040. Ett av delmålen är omställning till fossilfria drivmedel eller eldrift i alla entreprenader till 2030. Målet kan dock inte nås enbart genom omställning till fossilfria drivmedel. Det krävs även omställning till material och produktionsmetoder, som är utsläppsfria i syfte att minska negativ klimatpåverkan.

Salt som används för vinterväghållning och dammbindning i vägunderhåll är en för samhället kvalitetskritisk produkt. Samhället drabbas av mycket stora störningar och kostnader, om behovet inte kan tillgodoses. Över tid har tillgången på salt i Sverige varit begränsad. Tidvis har endast ett prioriterat vägnät kunnat tillgodoses. Produktion och transport av vägsalt som används för vägunderhåll står för en del av det utsläpp som infrastrukturunderhåll ger upphov till.

I Sverige finns inga naturliga mineralavsättningar som kan användas som vägsalt. Vidare är klimatet inte anpassat för att tillverka vägsalt ur havsvatten. Därmed importerar Sverige hela volymen vägsalt från centrala, Europa samt från medelhavsländerna. Detta påverkar i huvudsak klimatet på två sätt: utarmning av vår jord genom gruvbrytning, samt långväga transporter från Europa och medelhavet med lastbil, tåg och fartyg som använder fossila bränslen. Upptaget av fossila bränslen påverkar också utarmningen av vår jord, men framför allt ökar det våra utsläpp av koldioxid (CO₂). Vidare innebär det ett beroende att transportkedjan till Sverige måste fungera även under svåra omständigheter.

Under de senaste årens fokus på miljöfrågor har det uppkommit ett antal nya idéer, samt redan utvecklade och klara processer, som kan producera olika salter utifrån restprodukter, s.k. "cirkulära salter". Man får alltså två vinster, använda restprodukter som annars läggs på deponi samt ersätter jungfruliga produkter.

1.1.1 Cirkulärt salt – möjligheter och utmaningar

I vägsaltstandarden SS EN 16811-1:2016 beskrivs kraven på ett vägsalt. Ett vägsalt definieras som natriumklorid i fast och flytande form. Vidare definieras natriumklorid som "substance which is produced as rock salt, as solar salt and as vacuum salt". I en beskrivande text förklaras hur dessa salter produceras samt två ytterligare benämningar "Used salt" och "REACH registered by products salts derive from chemical reactions". Det finns ett antal olika processer som ger ett salt som är jämförbart med "vanligt vägsalt" och benämns cirkulära salter eller återvunna salter, vilka kan produceras lokalt i Sverige där vi annars inte har några saltförekomster alls.

Dessa "cirkulära salter" eller salter som kommer ut som biprodukter har ett mycket lågt utsläpp av koldioxid. Om man använder produkterna lokalt, dvs fraktar dem så kort sträcka som möjligt, då blir det totala koldioxidavtrycket klart mycket lägre än konventionella vägsaltprodukter i preliminära beräkningar.

Vid omställningen till cirkulära produkter är utmaningen ofta att se till att restprodukterna motsvarar de jungfruliga produkterna i sin kemiska sammansättning, så att de är harmlösa eller jämförbara produkter. När det gäller salt kommer cirkulära salter i vissa fall att skilja sig fysiskt mot dagens vägsalter, varför man måste ändra sitt praktiska arbetssätt samt se hur funktionen på väg ändras. I dag har vi vägsalter med grov kornstorlek där man använder trafiken för att krossa saltkornen. De nya produkterna har små korn och behöver därmed inte trafiken i samma utsträckning för att gå i lösning. Det saknas en genomlysande utredning som belyser dessa frågor, samt inhämtar praktisk information från andra delar av världen, som redan använder liknande produkter i sitt vägunderhåll.

Det saknas också kunskap om hur de nya cirkulära salterna påverkar miljön i jämförelse med de jungfruliga, dvs hur påverkas miljön av en produkts hela livscykel. ISO 14044:2006 beskriver vad en LCA analys bör innehålla. Vidare finns det krav uppställda i ISO 14025:2010 som beskriver vad en Miljöproduktdeklaration bör innehålla samt vilka räkneregler som bör användas (EN 15804:2012 + A2:2019). Detta utmynnar i en "Environmental Product Declaration" (EPD), fritt översatt till Miljöproduktdeklaration. EPD:er har använts i många år av framför allt byggindustrin för att belysa olika produkters miljöpåverkan. Det krävs kunskap om hur detta kan införlivas i vägunderhållet.

1.2 Syfte

Syftet med förstudien är att identifiera de möjligheter som användning av cirkulärt salt kan ge. Detta för att minska vägunderhållets negativa påverkan på miljö och klimat. Ett annat syfte med förstudien är att identifiera de förutsättningar som krävs för omställning till användning av cirkulära salter. Detta i syfte att nå ett hållbart vägunderhåll och utsläppsfria underhållsentreprenader.

Målet är att skapa ett kunskapsunderlag, för att nå ett hållbart vägunderhåll genom användning av cirkulära vägsalter. Det kunskapsunderlag som tas fram i projektet kommer att ge svar på följande frågor:

- Vad är nyttan med användning av cirkulärt salt för vägunderhåll med avseende på hållbarhet och minskad miljö- och klimatpåverkan från vägunderhåll?
- Hur stor kommer kostnaderna för användning av cirkulärt salt i vägunderhåll att vara?
- Hur ser värdekedjan för ett vägunderhållskontrakt ut där ett cirkulärt salt ska användas. Vilka är aktörerna i värdekedjan?
- Vilka delar av värdekedjan ska anpassas, för att säkerställa en omställning till cirkulära salter i vägunderhållskontrakten? (Teknik, affärsmodell, krav, regelverk, etc).
- Hur ser tillgången till cirkulärt salt ut i Sverige?
- Kan en inhemsk produktion av cirkulärt salt öka robustheten i tillgången på salt och i vilken grad skulle Sverige kunna bli självförsörjande?

1.3 Definitioner

Befuktat salt	Torrt salt och saltlösning som appliceras på tallriken vid spridningstillfället, Se FS30.
Bergsalt	Se stensalt.
FS30	Anger befuktat salt, 30% saltlösning (lake) och 70% torrt salt. För vakuumsalt har man även provat FS50, dvs 50% lake. Tidigare har man även provat FS5, dvs 5% lake, men det har man gått ifrån.
Havssalt	Salt som tillverkas från havsvatten eller en saltsjö. Har oftast lite större kornstorlek 0-4 mm, 0-5 mm eller 0-6 mm. Fukthalten är ca 3%.
Lake	Se Saltlösning.
Saltlösning	Man kan lösa salt i vatten och få en saltlösning, även kallad saltlake. Maximalt kan man lösa ca 25% salt och det kallas då mättad saltlösning. I vägunderhåll använder man en koncentration på ca 20-22% saltlösning för att förhindra återkristallisering.
Saturator	En anläggning som blandar salt och vatten till en saltlösning på ca 20-22% NaCl koncentration.
Siedesalz	Samma som Vakuumsalt.
Stensalt	Salt som bryts i gruvor. Har oftast en kornstorlek på 0-3 mm och låg fukthalt.
Vakuumsalt	Tillverkas från en mättad saltlösning av natriumklorid. Torkas vid undertryck, därav namnet vakuumsalt. Saltkornen ligger i snitt på 0,5 mm, men benämns ofta 0-0,8 mm. Kan vara torrt (<0,5% fukt) eller fuktigt med ca 3% fukt (Se UDV).
UDV	Undried Vacuum Salt, är ett fuktigt vakuumsalt som inte torkats (3% fukt) avsedd för industriellt bruk, men används även lokalt som gatusalt.

2 Metod

Arbetet började med en litteraturstudie, samt att vi kontaktade de ansvariga personerna på Trafikverket i Sverige, Vegvesen i Norge och Vejdirektoratet i Danmark, för att få så mycket information och så många kontakter som möjligt. Sedan kontaktades alla berörda parter på marknaden, maskintillverkare, entreprenörer och kommuner som visat intresse. Det anordnades en workshop där projektet presenterades och alla fick bidra med sina kunskaper och erfarenheter. I Danmark är det några kommuner som använder fint vakuumsalt, därför besökte vi Aalborgs kommun. Vidare kunde inte EPOKE, den danska tillverkaren av spridarutrustning, vara med på workshopen. Därför åkte vi till deras produktion i Danmark, där vi fick en genomgång samt praktisk visning av spridning av vakuumsalt. I oktober besökte vi, tillsammans med entreprenörer och maskintillverkare, RagnSells produktion av cirkulärt salt i Upplands Bro. Under projektets gång kontaktades relevanta personer per e-mail för att få förtydliganden i vissa specifika frågor.

2.1 Litteraturstudie

Litteratursökningen genomfördes av Hillevi Ternström på Vti som är informations specialist. Sökningen gjordes i Vti's egen bibliotekskatalog, samt databaserna TRID (Transport Research Documentation) och Scopus. Sökningarna gjordes på "finkorngt salt som avisningsmedel", vakuumsalt, vakuumsalz och alla möjliga varianter kring det. Det resulterade i en 58 sidig lista från sökningarna. Resultatet från genomgången av denna lista är inarbetat i rapporten. Författarna har även sökt information på nätet. I rapporten från Franz Götzfried finns också referenser.

Referenslista från litteraturstudien, se bilaga 10.3

3 Beskrivning av vinterväglagsverksamhet avseende salt

3.1 Natriumklorid & Cirkulära salter

3.1.1 Processer för tillverkning av salt

Vägsalt (Natriumklorid) kan traditionellt produceras på tre olika sätt.

Stensalt

Stensalt bryts i gruvor ca 6-800 m under jordytan. Efter brytning krossas och siktas saltet i olika kornstorlekar. Ett vägsalt i Europa har en siktkurva på 0-3 mm eller 0-5 mm. Kvaliteten på ett stensalt beskrivs av renheten (Min 97 % NaCl) samt att finandelen av saltkornen skall vara så liten som möjligt. Stensaltförekomster finns i Tyskland, Polen, Österrike, Frankrike, Italien, Storbritannien samt i Ukraina, Belarus och Ryssland.

Havssalt

Havssalt tillverkas genom att man pumpar havsvatten in i grunda bassänger s.k. saliner, där vattnet avdunstar tills densiteten ökat till ett specifikt värde, varefter det pumpas till nästa bassäng. Man brukar ha 10–15 bassänger för att sedan nå en övermättnad av Natriumklorid i saltlaken, vilket gör att saltkorn kristalliserar. Efter kristalliseringen fräser man upp saltlagret, tvättar, krossar och siktat saltet till önskad specifikation. Kornstorleken brukar vara 0-4 mm, 0-5 mm eller 0-6 mm. Kvaliteten på ett havssalt beskrivs av renheten (Min 97 % NaCl) med låg grad av orenheter samt en fukthalt på ca 3–4%. Havssalt produceras i huvudsak i Medelhavsområdet där det har liten nederbörd samt många soltimmar.

Vakuumsalt

Vakuumsalt tillverkas från en saltlösning. Man pumpar ner vatten i ett borrhål till ca 600-800 m djup där saltet löses upp och man tar sedan upp en mättad saltlösning, s.k. lake. Laken renas med kemikalier i flera steg för att nå hög renhet. Sedan kristalliserar man saltet i vakuumpannor med lågt tryck och värme. Produktionskostnaden är högre för vakuumsalt då man använder kemikalier och energi. Ett bra vakuumsalt karakteriseras av hög renhet (>99,5% NaCl) och består av små korn på ca 0,5 mm.

3.1.2 Nya cirkulära processer

Under senare tid har olika industriella processer skapat nya sätt att få fram natriumklorid.

Återvunnet salt

I olika industriella processer får man vanligt salt i en saltlake som restprodukt. Ofta är volymerna små och laken är utspädd, detta gör det svårt att ta hand om saltet på ett ekonomiskt sätt. I enstaka processer kristalliserar man saltet (i form av ett vakuumsalt), men oftast släpper man ut det i havet. Dessa salter kommer ifrån är olika kemiska processer eller anläggningar som bränner avfall.

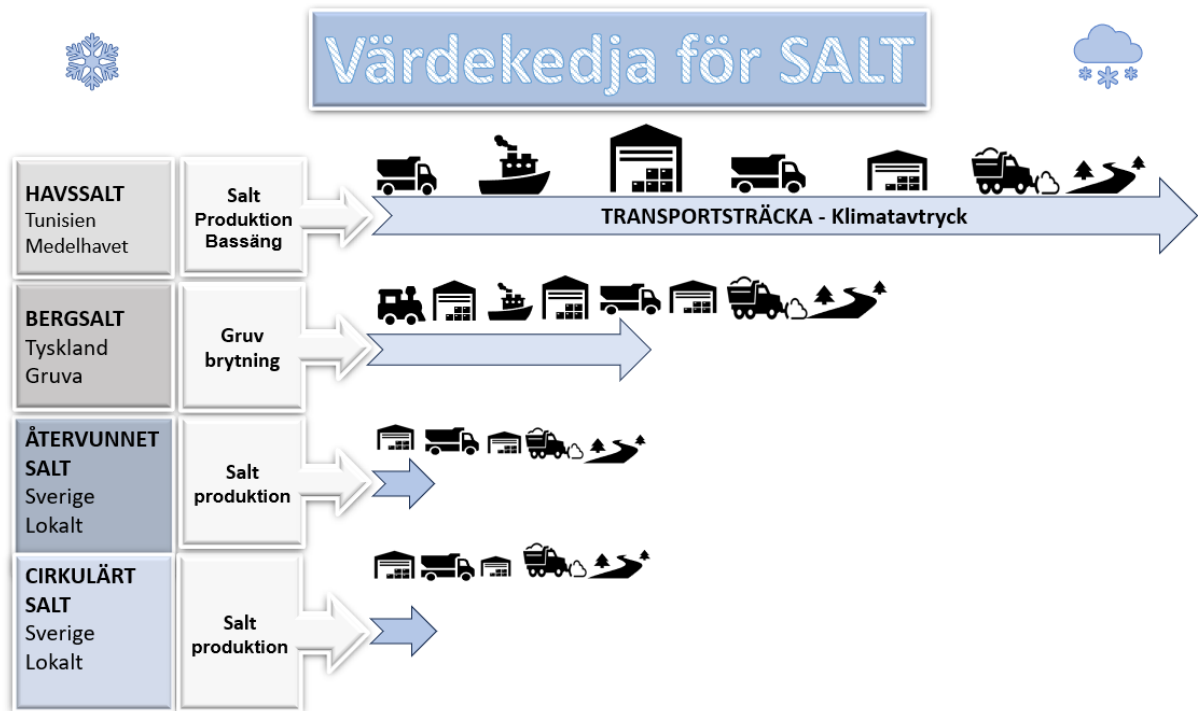
Cirkulära salter

Ett specifikt "Cirkulärt salt" kommer på marknaden under 2023/2024. Det är ett vägsalt som kommer från tvättning av flygaska. I en ny process som utvecklats av ett svenskt forskningsbolag, Easy mining/RagnSells, tvättar man flygaska, som kommer från avfallsförbränning. Ur tvättprocessen kommer det en saltlake som innehåller tre salter: natriumklorid, kaliumklorid och kalciumklorid. Genom processen kristalliseras först natriumklorid i små korn, följt av ytterligare en kristallisation som ger kaliumklorid. Kvar blir det en vattenlösning med kalciumklorid. Därmed har vi i Sverige för första gången producerat rena salter, för vinterväghållning samt för dammbindning av grusvägar. Detta skapas utifrån ett avfall. Saltet kommer att bli mer eller mindre lika rent som ett vakuumsalt, med samma kornkurva på ca 0,5 mm. Saltet kommer att innehålla ca 3% fukt.

Ytterligare ett projekt med att ta tillvara en restprodukt sker vid företaget Cinis Fertilizer AB. Restprodukten kommer från batteritillverkning. I en miljövänlig process kommer de att producera mineralgödsel och natriumklorid av vakuumsaltkvalitet, i Köpmanholmen söder om Örnköldsvik. Kornstorleken kommer att vara ungefär densamma, ca 0,5 mm. Fukthalten kommer att bli låg då saltet torkas.

Båda dessa salter kommer ifrån en restprodukt som man tar hand om för att sedan skapa en ny produkt. Beroende på hur man använder natriumkloriden så får den olika många livscyklar. I vissa användningsområden kan man återföra den till ursprungsprodukten och få ett helt cirkulärt flöde som går runt i en oändlig cykel. I andra applikationer, som vägsalt, har man bara en produktcykel innan det återgår till naturen. Författarna vill påpeka på att definitionen på ett cirkulärt salt kan tolkas olika och har inte prövats vid skrivande stund. Det viktiga är att man tar tillvara på ett avfall och producerar en produkt som kan användas igen. På så sätt minskar vi avfallsvolymer, minskar transporter av både avfall och nya produkter. Dessutom minskas brytningen av nytt salt, som påverkar eller utarmar naturen.

3.1.3 Värdekedja för olika salters leveranser till Sverige



3.1.4 Tillverkning av saltlösning i saturatorer

För att tillverka en saltlösning på ca 20-22% natriumklorid behöver man en saturator. De kan vara utformade som batch-saturatorer eller kontinuerliga.

I en batch-saturator pumpar man in en bestämd mängd vatten och tillsätter en mängd salt sedan användes en omrörare eller en pump att blanda lösningen. Efter en viss tid pumpas den färdiga saltlösningen över till en lagringstank. Eventuellt ouplösta rester ligger kvar på botten och kan avlägsnas innan nästa blandning.

I en kontinuerlig saturator fylls en blandningsenhet med salt, sedan tillsätts vatten underifrån genom ett långt rör med små hål. Vattnet får stiga upp genom saltet, liknande en fluidiserande bädd, och mätas på vägen upp. Den färdiga saltlösningen breddas över till en lagringstank. En koncentrationgivare varnar när saltkoncentrationen i blandningsenheten blir för låg, varvid man fyller på salt och processen kan fortgå utan avbrott. Ouplösta mineraler stannar kvar i blandningsenheten, som bör slamsugas efter ett antal blandningar, beroende på vilket salt och ingående vatten man använder.

Ett antal saker är viktiga vid blandning av salt och vatten. Den optimala kornstorleken för snabb upplösning är ca 1-2 mm. Dagens salter är antingen större (stensalt och havssalt) eller mindre (vakuumsalt). Men skillnaden i upplösningstid är inom hanterbar tid, om inte saltkornen är väldigt stora (ca 6-10 mm).

Finkornigt salt, som t.ex. ett cirkulärt salt, kan klibba ihop och det bildas kanaler i saltet som vattnet rinner igenom, utan att bilda mättad lösning. I en batch-saturator kan man hantera detta genom att låta en omrörare hålla saltet i rörelse. I en kontinuerlig saturator är problemet att när man fyller på saltet med en skopa så blir det som en klump som lägger sig i saturatorn. Det finns två sätt att lösa detta på. Antingen har man ett finmaskigt stål nät där man fyller på saltet så att det slås sönder och rinner igenom nätet, vilket förhindrar klumpbildning och kanalbildning. Detta har provats med

framgång i en Consalt-saturator i Gunnilse, se Figur 3.1. Det andra sättet är att man matar i saltet med en skruv. Då fyller man saltet i en separat behållare och låter en skruv fylla på i blandningsbehållaren. Detta har provats fram i en anläggning hos Terranor i Skåne. Ytterligare tester kommer att utföras under vintern 2023-2024 för att säkerställa en problemfri drift av saturatorer med cirkulärt salt.



Figur 3.1: Finmaskigt stål nät ovanpå blandningsenheten slår isär finkornigt salt vilket förhindrar klumpbildning i saturator. (Consalt, 2023)

3.1.5 Saltvolymen på den svenska marknaden

I Sverige använder vi mellan 200 000 – 300 000 ton salt på våra nationella, kommunala och privata vägar beroende på vilka vintrar det är. Volymerna har sjunkit under åren från ca 500 000 ton. Några anledningar är införandet av befuktat salt, utökad saltlösning användning, bättre precision på spridare, ändrade doseringsrekommendationer, väderlek etc...

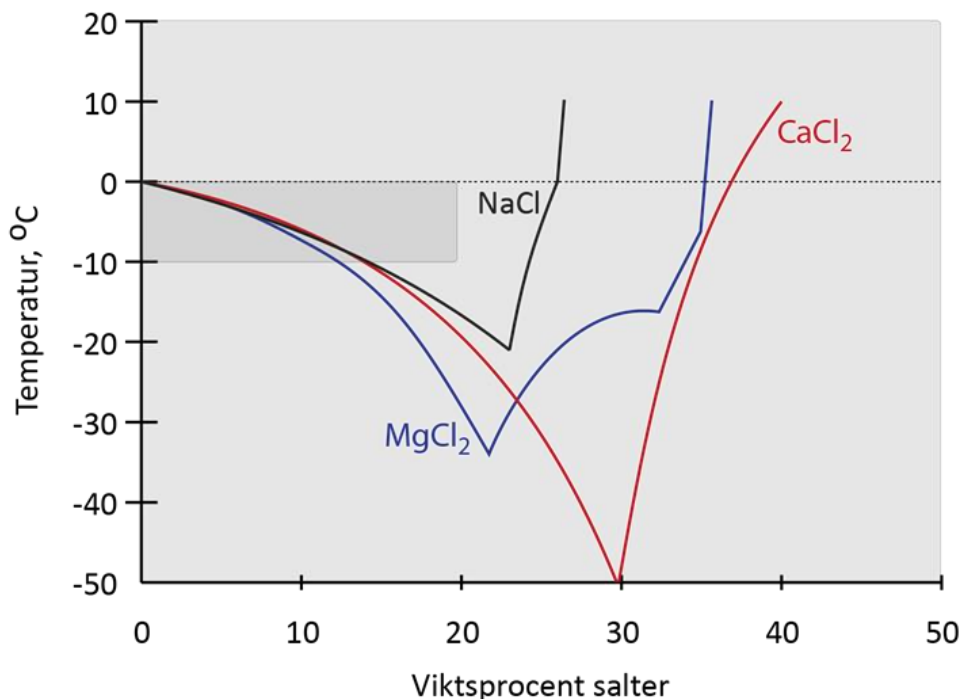
De nya volymerna av cirkulärt salt och återvunnet salt är än så länge små, ca 10 000 – 50 000 ton inom 1-2 år. Sverige kommer inte att bli självförsörjande på salt genom dessa nya produktflöden.

3.1.6 Prisbilder på salt

I Sverige används till största delen stensalt som avisningsmedel på det statliga och kommunala vägnätet. De officiella prisuppgifter som finns tillgängliga är i Sveriges Kommuner och Regioners upphandling "Vägsalt och dammbindningsmedel 2022" där ett vintervägsalt kostar 1375 SEK/ton i bulk + frakt. I samma upphandling finns ett Cirkulärt salt som kostar 1353 SEK/ton (SKR, adda inköpscentral, 2022). Dvs, ett cirkulärt salt har en prisnivå som ligger på ungefär samma nivå som ett vanligt vintervägsalt.

3.2 Vägsaltets funktioner

Salt sänker fryspunkten på vatten, det är anledningen till att man använder salt på vägen. Det är meningen att man skall ploga bort så mycket snö som möjligt för att sedan använda salt så att man undviker så stor utspädning av saltet när det "smälter" den kvarvarande snön eller isen. Idag används i huvudsak Natriumklorid av stensaltkvalitet som vägsalt på svenska vägar. I Figur 3.2 beskrivs hur effektivt ett salt sänker fryspunkten i ett "fasdiagram". Även Kalciumklorid, Magnesiumklorid och andra typer av kemikalier kan användas för att sänka fryspunkten på vatten/snö/is. I Sverige har man på mindre vägar testat olika salter i olika kombinationer, som t.ex. en blandning av natriumklorid och kalciumklorid (Karlstadslaken) för att öka effektiviteten, förlänga effekten eller minimera dosering. Ofta kommuniceras dessa salters teoretiska eutektiska fryspunkt som medlets effektivitet, se Figur 3.2, vilket inte återspeglar den verkliga situationen på vägen.



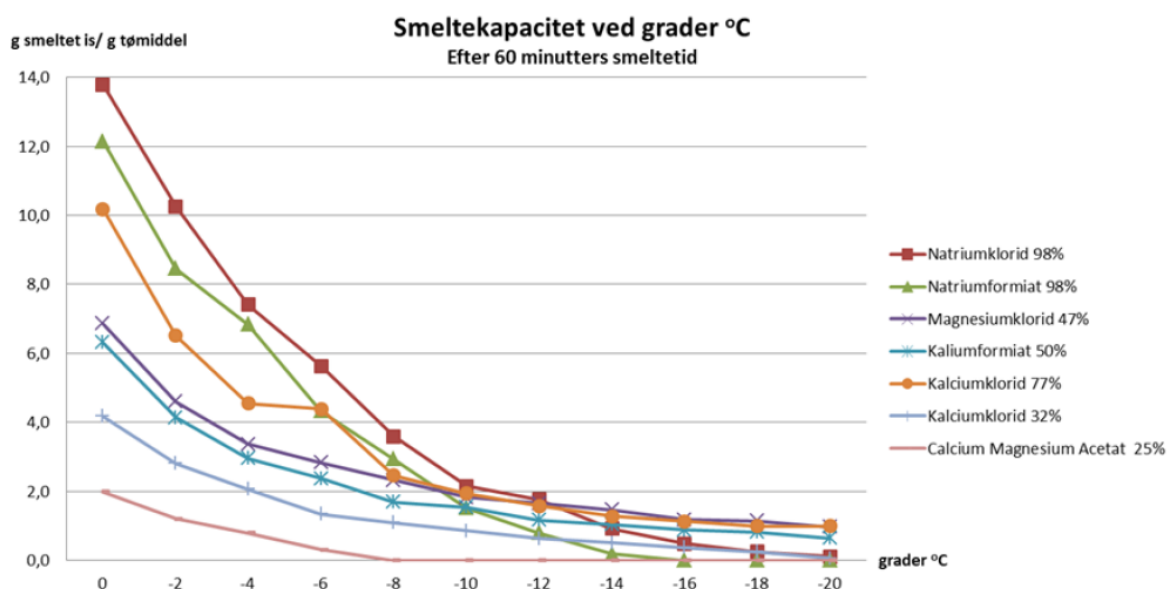
Figur 3.2: Fasdiagram för tre olika salter. Beskriver hur mycket ett salt sänker fryspunkten vid olika koncentrationer. Eutektisk fryspunkt är den lägsta temperaturen som ett salt kan ha i flytande form vid en viss koncentration. Det grå området visar den praktiska tillämpningen av salter på vintervägar.

Det viktiga är att beskriva hur mycket snö ett salt kan smälta i spannet noll till minus 10° C för då kan man minimera användningen av vägsalt för optimal effekt. Friktionen är ofta tillräckligt hög om det är kallare än minus 10° C vilket betyder man inte alltid behöver salta vid kallare väderlekar. I generella termer kan man säga att vanligt vägsalt (Natriumklorid) är effektivt ner till minus 10° C, medans vissa försök pekar på att Natriumklorid är effektivast ner till minus 12 eller 15 grader, se Figur 3.3 och Figur 3.4.

3.3 Salters Issmältningskapacitet

3.3.1 Olika salters issmältningskapacitet.

I Figur 3.3 jämförs olika salters issmältningskapacitet (g smält is/g salt) efter 60 minuters verkningstid från det danska Vejdirektoratet och danska kommuner. (Danska Vejdirektoratet, 2020). Störst issmältningskapacitet har Natriumklorid (NaCl) ner till minus 12 grader följt av Natriumformiat och Kalciumklorid.



Figur 3.3: Salters issmältningskapacitet (g smält is/g salt) efter 60 minuters verkningstid. (Danska Vejdirektoratet, 2020)

I Figur 3.4 jämförs olika salters issmältningskapacitet efter 10 minuter. De två översta i listan visar två olika kornstorlekar av NaCl + 20% saltlösning (s.k. befuktat salt) i jämförelse med ren NaCl saltlösning samt MgCl₂ saltlösning och CaCl₂ saltlösning och till sist 79% CaCl₂-flinga.

Bäst issmältningsprestanda har NaCl med kornstorlek 0,8-1 mm ner till minus 15 grader. Näst bäst är CaCl₂ i flinga. Saltlösning med MgCl₂ och NaCl är effektiva vid minus 2 grader. Vid minus 5 grader har saltlösning med MgCl₂ fortfarande bra prestanda, medan saltlösning med NaCl sjunker kraftigt.

Figuren antyder att behandling med NaCl i saltlösning är effektiv vid någon minusgrad, men sjunker med temperaturen, medan befuktat NaCl är mest effektiv ner till minus 15 grader (Badelt, 2003).

Olika alternativa salter beskrivs även utförligt i (Salt SMART, 2010).

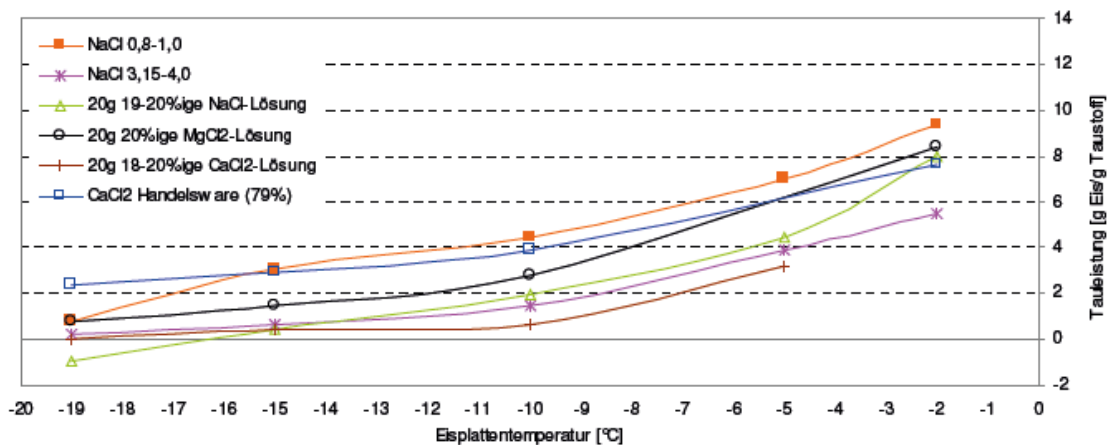
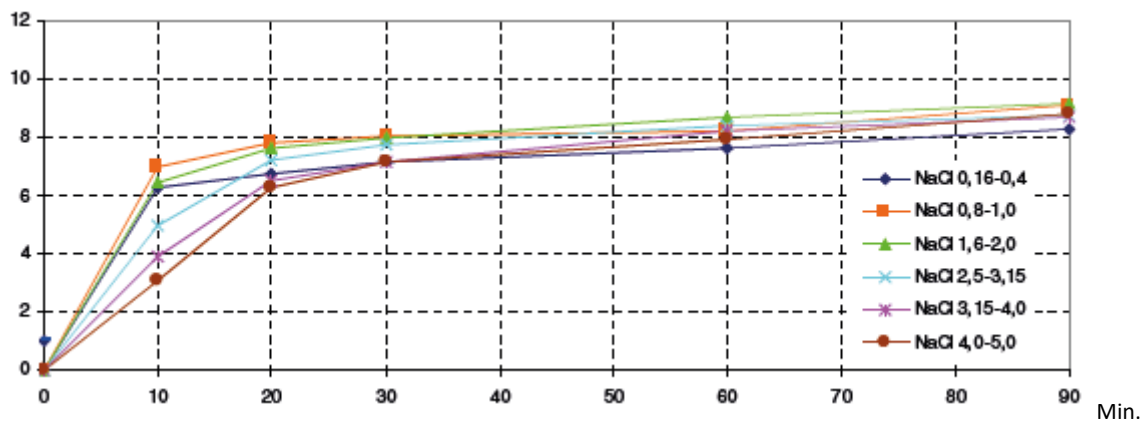


Abbildung 6: Tausleistungen von Tausalzlösungen im Vergleich mit festem Natrium- und Calciumchlorid nach 10 min Einwirkdauer in Abhängigkeit von der Eisplattentemperatur

Figur 3.4: Iszmältningkapaciteter för olika salter och saltlösningar. De två kurvorna med NaCl i figuren är befuktat med mättad saltlösning. (Badelt, 2003).

3.3.2 Kornstorleken inverkan på iszmältningkapaciteten.

I Figur 3.5 jämförs olika kornstorlekar för Natriumklorid. Efter 10 minuter har saltet med kornstorleken 0,8-1 mm störst iszmältningkapacitet. Sedan kommer ett finkornigt 0,16-0,4 (liknande vakuumsalt) samt 1,6-2,0 mm salt. Salter med större kornstorlek tar längre tid på att smälta is, men efter 30 minuter har de ungefär samma iszmältningkapacitet.



Figur 3.5: Iszmältningkapacitet gram is per gram salt. (Badelt, 2003)

Sammanfattningsvis visar tester utförda i lab att natriumklorid har en mycket hög iszmältningkapacitet och att kornstorleken inverkan främst påverkar hastigheten att smälta is.

Jämförelse mellan spridning av torrt salt och befuktat salt är det inte helt kartlagt alla för- och nackdelar, men generellt kan man säga att med befuktat salt får man en jämnare spridningsbild och fastnar på vägytan, men påverkar inte iszmältningshastigheten.

3.4 ISO standarder gällande salt

Sedan 2016 har vi en gemensam saltstandard i Europa, *SS-EN 16811-1:2016 "Utrustning för vinterunderhåll – Avisningsmedel – Del 1: Natriumklorid – Krav och provningsmetoder."*

Det finns en del 2 också som behandlar Magnesiumklorid och Kalciumklorid. Till sist finns det en del 3 som specificerar andra typer av vägsalter och vilka testmetoder man skall använda för att få dessa godkända som ett vägsalt.

Standarden sätter vissa grundparametrar på salt som är relativt breda, då vissa länder har saltförekomster som skiljer sig från varandra. Därför har man i standarden också sagt att varje land eller i varje upphandling får man specificera vissa parametrar riktade mot bättre kvalitet, se bilaga 10.1.

Huvudparametrarna är salthalt, sulfatinnehåll, fukthalt, antiklumpmedel samt kornstorlek. Salthalten är satt till minst 90%, vilket de flesta länder har ändrat så att kravet är minst 97%, inklusive Sverige i vissa fall. Fukthalten har 4 nivåer. För silolagring har man erfarenheter av att fukten måste vara mindre än 0,6%. Halvtorrt och vått salt har <2% resp. <6%. Havssalt ligger på ca 2-4% vatten beroende på årstid, varför den rimmar sämre med gränserna i standarden. Vissa länder har därför satt en egen gräns på havssalt till <4%. Till sist har man otorkat vakuumsalt som är satt till <3,5%. Detta beror på produktionstekniken, där man centrifugerar ett blött vakuumsalt och då blir resultatet ca 3% fukt. Generellt kan man säga att vakuumsalter med mindre korn och ibland högre fukthalt inte skall lagras i silos, utan i öppna bulkfack.

Den kanske viktigaste faktorn är kornstorleken.

Ett vakuumsalt (både vanligt och cirkulärt salt) har samma kornkurva, då de har ungefär samma kristalliseringsförlopp. I standarden är den benämnd till ExtraFint (Grade EF). Man har satt att 25-100% av saltet skall ha korn som är mindre än 0,8 mm. I verkligheten har nästan alla vakuumsalter en snäv kornkurva som ligger på ca 0,4-0,5 mm.

Nästa kornstorlek kallas Fint salt (Grade F), vilket motsvarar stensalt 0-3 mm. Detta salt är det som används huvudsakligen i Sverige. Grade M, Medium storlek har en kornkurva på 0-6 mm, där den största delen fortfarande är mindre än 3 mm, motsvarar ett vanligt havssalt. Till sist har vi grovt salt (Grade C), vilket inte förekommer i Sverige.

Standarden specificerar även maximalt innehåll av tungmetaller. Salter som tas in i Sverige har klarat dessa gränser, då man vet att saltfyndigheter har stabila värden på dessa parametrar. De nya salterna, Cirkulärt salt, har testats och klarar gränserna.

3.5 Praktisk hantering av salter

Natriumklorid är det enda avisningsmedlet man kan hantera i bulk utan att det drar åt sig fukt så att det går i lösning, vilket t.ex. magnesium- och kalciumklorid gör. Men natriumklorid kan dra åt sig fukt om den relativa fuktigheten överstiger 75%. Vidare har kornstorleken en stark påverkan på hur salt bakar ihop sig och blir hårt. För att minimera problemen med bakning eller kakning tillsätter man ett anti-bakmedel. I standarden tillåts en produkt som heter ferrocyanid. Produkten är ofarlig för naturen då cyanidjonen är fast bunden. Vägsaltstandarderna säger att man kan använda 3-125 ppm ferrocyanid (F. Götzfried, 2016). Ett cirkulärt salt med små korn har en tendens att bilda en hård skorpa överst på ytan, vilket lätt kan slås sönder med en skopa. En utförlig beskrivning av salters praktiska hanterbarhet finns beskrivet i (BAST Heft V 285, 2017).



Figur 3.6: De fririnnande egenskaperna hos ett salt testas i en låda med ett "Sonntag test" (F. Götzfried, 2016).

3.5.1 Lagring av salter

Salter med små korn eller fuktigt salt skall inte lagras i silos då risken för kakning är betydande. Dessa salter skall lagras i öppna plansilos. Gränsen för att lagra i silo har satts till stensalt med en fukthalt på max 0,6% i Tyskland och 0,5% i Österrike. Vakuumsalt skall aldrig lagras i silos, se bilaga 10.1.

3.6 Spridning av salt

3.6.1 Spridning av befuktat salt

I rapporten från VTI (Öberg, 1991) beskrivs de erfarenheter man lärt sig med befuktat salt jämfört med torrt salt. Försöken är gjorda med fuktsaltspridare och därefter vid användningen i vinterväghållningen och man kom fram till följande:

- Saltet sprids mera homogent med mindre spill utanför vägen.
- Saltet fastnar bättre på vägytan.
- Befuktat salt har snabbare och även längre verkan.
- Metoden kan användas vid lägre temperaturer.
- Spridningshastigheten kan höjas.
- I vissa fall sker en snabbare upptorkning av vägytan.

För stensalt med kornstorlek på 0-3 mm testades olika befuktningstekniker utifrån den allmängiltigt använda FS30-tekniken. Inledande praktiska tester på en typ av spridningsmaskin visade att korrekt befuktning med endast 20 % lösningsinnehåll (FS20) utan vindförluster vid spridningsmängder på upp till 40 g/m² körhastigheter på upp till 50 km/h och en spridningsbredd på 7 m är möjliga (Badelt, 2003). Men huvudrekommendationen är fortfarande att använda FS30. Ytterligare tester med FS50 kan läsas i (Badelt & Bunoza, 2020).

Storleken på avisningssaltkornen orsakar olika flyg- och stötbeteende. Små korn blåses bort mer än stora korn av sugeffekten bakom fordonet, förutsatt att de inte är befuktade. Enligt tillgängliga observationer hoppar stora korn på som en boll efter att ha träffat vägen. Exakta uppgifter om de kornstorlekar vid vilka de nämnda effekterna uppträder och i vilken utsträckning är inte kända (BAST V156, 2002).

3.6.2 Befuktning av vakuumsalt.

Spridning av torrt vakuumsalt utan befuktning visar på stor avdrift jämfört med befuktat salt. Enligt (EPOKE, 2023) kan man sprida ett torrt salt ca 6-8 m brett utan att det påverkar avdriften märkbart. Ett befuktat salt (FS30) kan man sprida ca 10-12 m brett. Både hastigheten på spridarbilen (avdrift vid spridningstillfället gör att vissa saltpartiklar aldrig hamnar på vägen) och efterföljande fordonstrafik förflyttar det finkorniga saltet utanför vägbanan. För befuktat vakuumsalt sker mycket liten avdrift och saltkornen klibbar fast på vägbanan, vilket betyder att med FS30-metoden kan man minska mängden salt med 25% jämfört med torrsaltspridning, se Tabell 3.1. Man har även utfört tester med FS50 med mycket positiva resultat, vilket kan spara på saltåtgången ytterligare vid vissa väderförhållanden (Badelt, 2003).

	Torrt salt	FS30	FS50	
Salt	10	7	5	g salt
Saltlösning	0	0,66	1,1	g salt
Totalt salt	10	7,66	6,1	g salt

Tabell 3.1: Mängd salt vid olika spridningsstrategier. FS30 = 30% saltlösning & 70% torrt salt.

3.6.3 Spridartekniker

Grundstrukturen för de flesta spridare är att med hjälp av en transportör (t.ex. transportband, skruv) förs avisningssaltet från en saltbehållare (karet) till fordonsändan och därifrån via ett stuprör till en lägre liggande spridartallrik. Saltet fördelas sedan i en cirkelformad rörelse med hjälp av den horisontellt roterande spridartallriken. Vid spridning av befuktat salt kan man tillsätta saltlösningen vid två olika ställen. Det vanligaste är att man tillför saltlösningen i stupröret, precis innan saltet träffar spridartallriken eller tidigare i karet. I vissa fall tillsätts saltlösningen innan det lastas i karet, då i en mindre koncentration (FS5), men det används i en mycket ringa del (Badelt & Moritz BAST V186). Inblandningen av saltlösningen på saltkornen är sämre när man tillför saltlösningen i stupröret. Fördelen med att tillsätta saltlösningen så sent som möjligt är att det inte sätter igen flödet av salt. Vidare är det en fördel ur spridningsteknik att blanda in saltlösningen tidigare, t.ex. i karet. (EPOKE, 2023)

Faktorer som påverkar spridningsmönstret

De faktorer som påverkar spridningsmönstret anges i (Badelt & Moritz BAST V186).

- Konstruktion av spridaren. Utförandet av spridartallrik samt stuprör, befuktningstekniken samt styr och reglermekaniken.
- Hastighet på fordon och dess luftflöde.
- Saltets kornstorlek och befuktningegrad, samt skrymdensiteten på saltet.

- Vägyta, fuktig väg, ojämnheter, längsgående och tvärgående.
- Väderförhållanden.

I rapporten från BAST V156, förekommer avvikelser på utspridda saltmängder. Man kunde mäta upp en skillnad på uppmätt mängd jämfört med inställd mängd med upp till 53%. Man kom fram till att justeringen av utmatningsmängd i förhållande till körhastighet påverkar den utspridda mängden i förhållande till komprimeringen av salterna. För att inställningen av spridarna skall ge rätt resultat måste kunskap om salternas bulkdensitet vara känd. Salternas fuktighet samt kornstorlek påverkar den faktiska bulkdensiteten. Man jämförde bulkdensiteten på torrt stensalt och blött vakuumsalt och det skilde mellan 1,4 kg/dm³ mot 1,1 kg/dm³. (BAST V156, 2002).

Kunskapen om dessa faktorer är en viktig del som maskintillverkarna måste hantera och ha med i sitt utbildningsmaterial.

3.6.4 Bedömning av spridningsmönster

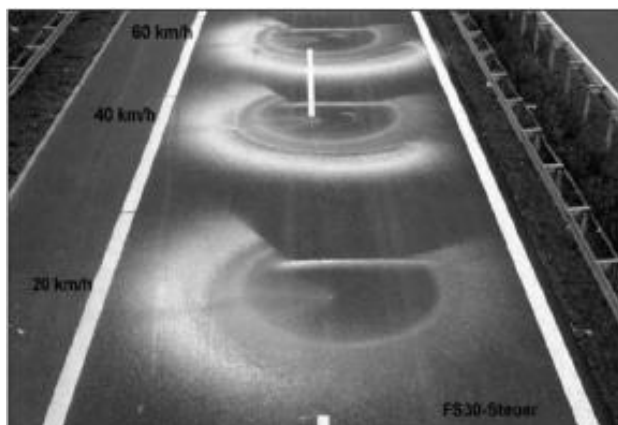
Generellt använder man två metoder för att bedöma fördelningen av avisningssalt, spridning av torrt salt och spridning av befuktat salt.



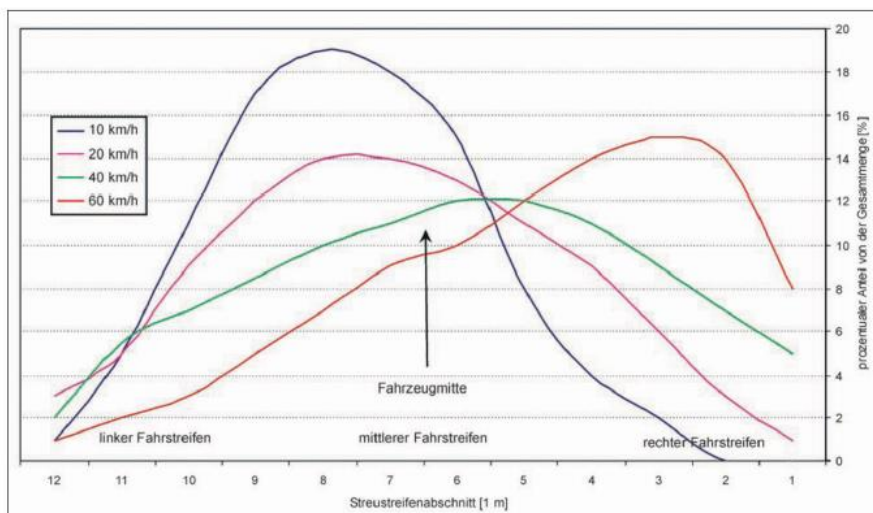
Figur 3.7: Spridningsmönster med stensalt resp. vakuumsalt vid stillastående ger olika halvmånemönster. (Badelt & Moritz BAST V186)

Användningen av olika kvaliteter av avisningssalt (finkornigt vakuumsalt och grovkornigt bergsalt) ledde till mycket olika spridningsmönster när spridaren typ 6002 från Beilhack användes när den var stillastående, se Figur 3.7 (Badelt & Moritz BAST V186). Vakuumsaltet (Siedesaltz) släpps ut i en halvmånform som är öppen mot spridarbilen. Spridningsmönstret för bergsaltet är också halvmåneformat, däremot är skäran öppen bakåt. Denna jämförelse visar att spridningsmaterialets egenskaper har en betydande inverkan på spridningsmönstrets kvalitet.

Vidare har man tagit fram olika sätt att bedöma spridningen beroende på hastigheten på fordonet då man sett att det kan skilja sig markan, se Figur 3.8 och Figur 3.9.



Figur 3.8: Spridningsmönster vid olika hastigheter på fordonet. (Badelt & Moritz BAST V186).



Figur 11: Grov kvalitativ fördelning av avsningsalter vid olika körhastigheter, 12 m spridningsbredd, symmetrisk Strömremsskikt och 20 g/m² spridningsdensitet

Figur 3.9: Spridningsmönster tvärs vägriktningen vid olika hastigheter. (Badelt & Moritz BAST V186).

Vid utvärdering av visuella observationer kom man fram till att en befuktning på minst FS20, men helst FS30 bör användas för att få en jämn fördelning av saltet på vägbanan samt minimum av avdrift. Det två olika spridarna samt befuktningsteknikerna gav lite olika resultat, varför detta måste redovisas av varje tillverkare.

Sammanfattningsvis visas att applicering av natriumklorid i form av avdunstat salt med 30 % befuktning i STA 95- typ med de inställningar och körhastighet som nämnts (Den inställda spridningsdensiteten var 20 g/m², spridningsbredden 7 m och körhastigheten runt 45 km/h.) ses som en metod som endast leder till mycket låga vindförluster (BAST V156, 2002).

3.7 ISO-standarder gällande saltspridningsmaskiner

I Europa definieras spridningsmaskiner i två SS standarder SS-EN 15597, del 1 och del 2.

SS-EN 15597-1:2020 Utrustning för underhåll av vintervägar – Spridningsmaskiner (halkbekämpningsmaskiner) – Del 1: Allmänna krav och definitioner för spridningsmaskiner. Spridarmaskinerna delas in i Typ A, B och C beroende på spridarbredd, spridningsasymmetri, dosering samt hastighet på fordonet. Spridarbredder varierar från 2-6 meter samt upp till 3-12 m för torrt salt, befuktat salt samt spridning av saltlösning.

SS-EN 15597-2:2019 Utrustning för underhåll av vintervägar – Spridningsmaskiner (halkbekämpningsmaskiner) – Del 2: Krav på fördelning av spridningsmaterial samt på motsvarande provningsmetoder.

I del 2 definieras hur testerna skall gå till samt vilken typ av salt som skall testas. Salt 1 är ett salt med kornstorlek som motsvarar ett vanligt stensalt. Salt 2 är ett vakuumsalt. Havssalt finns inte med i standarden.

Vidare beskrivs det hur testerna skall gå till.

Kvalificeringsproceduren för spridarna inkluderar två testtyper, en statisk och en dynamisk, dvs på ungefär samma sätt som det beskrivs i (Badelt & Moritz BAST V186). Det statiska testet gör det möjligt att kontrollera rätt kvantitet, det skall göras utan att spridaren flyttas. Det dynamiska testet

gör det möjligt att kontrollera kvaliteten på spridning och sprutmönster, det skall göras gnom att köra spridarfordonet under spridningsoperation på ett testområde. Under en kvalificering är det endast tillåtet att ändra inställningarna för spridningsbredd, dosering, symmetri, simulerad hastighet, befuktning på/av.

4 Vägsaltanvändningen i Europa

4.1 Vägsaltanvändningen i Europa – Erfarenheter

I Europa används i huvudsak stensalt. Det finns stensaltsproducenter i Tyskland, Polen, Österrike, Frankrike, Italien och Storbritannien. Det finns ytterligare några mindre producenter i Syd-Östeuropa och några mycket stora producenter i Belarus, Ukraina och Ryssland.

Efter stensalt används det en hel del Havssalt. Det finns havssaltproducenter runt hela medelhavsområdet, där de största producenterna är Spanien, Italien, Tunisien, Turkiet och Egypten. Vakuumsalt produceras över hela Europa, men används till största delen till Industri- eller livsmedelssalt.

Kostnad och enkel hantering har gjort att stensalt och havssalt dominerar den europeiska vägsaltmarknaden. Salt är inte hygroskopiskt och kan enkelt hanteras i stora bulkvolymmer. Vidare kan man få den kornstorlek man vill ha för att sprida saltet på ett enkelt sätt på vägarna.

Vakuumsalt är lite dyrare och har en mindre kornstorlek. Därför måste man justera spridarna på spridarbilarna för att få önskad effekt. Följande länder använder vakuumsalt för vägunderhåll. Se Tabell 4.1 med länder och volymer. (Götzfried, 2023)

Uppskattad volym vakuumsalt som vägsalt (1000 ton)	
Österrike	300-500
Schweiz	100-400
Tyskland	50
Nederländerna	300
Danmark	2000

Tabell 4.1: Volym vakuumsalt som vägsalt. (Götzfried, 2023).

Vakuumsalt i Österrike tillverkas av den lokala producenten Salinen Austria AG. Schweiz som har ett saltmonopol, varför Schweizer Salinen AG levererar vakuumsalt. I Tyskland finns det många stensaltgruvor. Därför är vakuumsaltanvändningen är mycket låg p.g.a. ett högre pris. I Nederländerna finns det två producenter, Nobian (Hengelo, Delfzijl) och K+S (Frisia Zout Harlingen), som levererar vakuumsalt till lokala entreprenörer. I Danmark finns det en producent, Mariager Salt Specialities. Danmark har en lång tradition av att använda vakuumsalt och dom har också en spridartillverkare som specialiserat sig på att sprida vakuumsalt (EPOKE). Även om det idag används mest havssalt, så har vissa kommuner behållit sin struktur och använder nästan bara vakuumsalt. Dessa kan t.ex. vara områden på Jylland som ligger nära produktionen i Mariager. Se vidare vårt besök hos Aalborg kommunkapitel 4.2.1.

I de flesta fall använder man vakuumsalt till lakeproduktion, då det ger mindre rester i saturatorn. Majoriteten av länder i Europa sprider befuktat salt (stensalt eller havssalt med saltlake), s.k. FS30 (70% salt och 30% lake) eller bara lake som förebyggande beroende på väderlek.

Skandinavien

I dagsläget används nästan uteslutande stensalt som vägsalt på statliga och kommunala vägar i Sverige. Huvuddelen av stensaltet kommer från tyska gruvor, medan en liten mängd kommer från Sicilien, Italien. Under några år har vissa entreprenörer använt vakuumsalt, men oftast löst upp det till saltlake och inte spridit det med spridarbilar.

I Norge används både stensalt och havssalt. Havssaltet används mest i kustområdena och stensalt i de östra delarna av Norge, då temperaturen kan bli mycket låg på Östlandet. Se mer information i kapitel 4.1.1.

I Danmark används till största delen havssalt samt en mindre del vakuumsalt. Se mer information i kapitel 4.1.2.

4.1.1 Försök gjorda i Norge

Veidekkes förstudier av olika salttyper. (Veidekke)

Under perioden 2012 – 2017 gjorde Veidekke industri, i samarbete med Statens vegvesen, en serie fältförsök i driftskontrakten 0402 Sör-Österdalen, 0806 Vinje och 0204 Romerike Öst. Detta fyraåriga forsknings och utvecklingsprojekt kallades Etatsprogram vinterdrift (EVI). Fokuset har varit att jämföra de olika salttyperna havssalt, vakuumsalt och saltlösning genom att följa upp och dokumentera effekterna av att använda de olika salttyperna. Man gjorde fältförsök och följde upp resultaten med avseende på utrustning, rutiner och metoder. Effekten mättes i huvudsak genom att mäta mängden restsalt på vägsegment, antal fordonspassager och tid.

Vad gäller spridning av vakuumsalt ser man att jämfört med havssalt ger användandet av vakuumsalt en högre saltkoncentration i och mellan hjulspåren. Saltlösning ger den jämnaste saltkoncentrationen över hela vägbredden. Vid nederbörd ger vakuumsalt mer restsalt än både saltlösning och havssalt.

Vid jämförelse av befuktat havssalt och befuktat vakuumsalt visar det sig att restsaltkoncentrationen är högre om man använder befuktat vakuumsalt. Det har förklarats med att vakuumsaltets kornfördelning (extra fine) är mindre känslig för trafik än havssalt med förhållandevis stor viktandel i stora korn som skvätter bort vid trafiköverfarter.

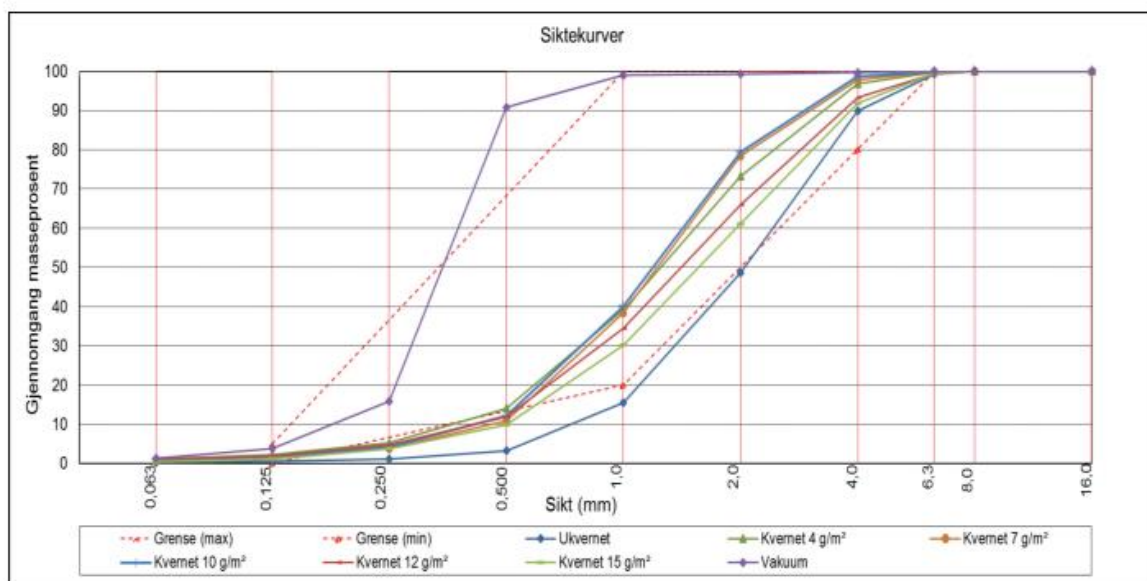
Försöken har visat på att kalibrering och inställning av spridarna är mycket viktig. När man jämförde spridningsbild mellan två spridare av samma fabrikat såg man att den skilde mycket dem emellan. Fältförsöken av restsaltmätning förutsätter en tämligen likartad och optimal utläggning av saltet. Vid närmare studier visar det sig att 20-30% av saltet har lagts för långt ut mot höger del av körfältet och delvis utanför körbanan. Samtidigt har det blivit utlagt för lite salt in mot mittlinjen.

Vid försök 2014 där man jämför två vakuumsalt som levereras av två leverantörer visar kontroll av spridarnas spridningsbilder ett otillfredställande resultat. Man fick byta ut saltspridarna mot nya. Man drar slutsatsen att det finns utmaningar hos spridningsutrustningen när det gäller att sprida vakuumsalt. Man behöver minst kalibrera utrustningen inför varje säsong.

Projektet konstaterade att vakuumsalt är det salt som när det ligger på vägbanan har de bästa egenskaperna jämfört med de jämförda NaCl salterna. Dessa egenskaper anses bero på vakuumsaltets kornkurva. Man har under försöken haft stora problem med lagring av vakuumsaltet. Det är känsligt för fukt och kyla. Salthögen får ett hårt skal av åter-kristalliserat salt. Vakuumsaltet klibbar i saltspridarna och man får problem med att saltet fastnar mot väggarna i saltspridarens

behållare, sätter igen stuprör och lägger sig på spridartallriken. Man anser att problemen med att lagerhålla och lägga ut vakuumsalt inte övervägs av dess goda effekter på vägen.

Inför sista försöksåret väljer man därför att testa att "mala" traditionellt havssalt i s.k. kvarnar som monteras på spridaren. Man tänker sig att man i maskinen maler ner havssalt till en optimal kornkurva vid utläggningen på vägen. Man slipper problem med lagring och får vakuumsaltets goda egenskaper på vägen. Nu visar det sig att med dessa kvarnar har man andra utmaningar att lösa. Resultatet blev ändå att branschen använder kvarnar betydligt mera på den norska marknaden än tidigare. Ingen använder vakuumsalt. Vakuumsaltet har ett högre pris än havssalt så för att marknaden skall få intresse för vakuumsalt måste andra incitament spelas in.



Figur 20: Siktekurver for hhv. kvernet og ukvernet sjøsalt uttatt i forbindelse med feltforsøket i uke 47. Kurve for vakuumsalt fra et tidligere feltforsøk, tillagt for å ha noe å relatere nedknusningsgraden mot.

Figur 4.1: Siktekurvor for havssalt och malet havssalt.

4.1.2 Från Danmark

Danmark är det nordiska land där man arbetat med flest typer av salt för halkbekämpning. Man har egen tillverkning av vakuumsalt så troligen är det därför man tidigare använt mer vakuumsalt än de andra nordiska länderna. Man har tagit fram saltmallar och tabeller över de olika salternas egenskaper (Danska Vejdirektoratet, 2020). De salter man studerat är:

- Natriumklorid
- Magnesiumklorid
- Kalciumklorid
- Kalciummagnesiumacetat
- Kaliumformiat
- Natriumformiat

Man har tagit fram fysikaliska data samt gjort många försök för att beskriva de olika produkterna. För Natriumklorid delar man in det i tre typer utifrån hur det framställs: stensalt, havssalt och vakuumsalt.

Man beskriver egenskaperna grundligt med tex fasdiagram och smälteffekt vid olika temperaturer och koncentrationer. Man lyfter att för dessa egenskaper är det ingen skillnad på Natriumklorid baserat på hur det framställts. När man beskriver dess egenskaper framhåller man att vakuumsalt som har fukthalt <3% löser sig snabbast i vatten.

I denna beskrivning av dokumentet slås man av att även om man grundligt beskriver saltets egenskaper ser man inga problem med att använda vakuumsalt för att sprida i sina saltspridare. Saltspridningsmaskinerna är byggda för att fungera även till att sprida vakuumsalt. Den problematik med att använda vakuumsalt i förhållande till havssalt och bergsalt som man möter i Sverige framgår inte.

När man väljer NaCl som halkbekämpningsmedel är det i huvudsak priset som bestämmer. Det har gjort att man allt mera gått över från inhemskt vakuumsalt till bergsalt och nu främst havssalt.

Det finns också ett kapitel om blandning av olika avisningsmedel. För Cirkulärt salt är blandningen natriumklorid och kalciumklorid intressant. Man har tagit fram en tabell med olika blandningar av kalciumklorid i flingform och natriumklorid. Tyvärr kan vi i dagsläget inte använda oss av det för cirkulärt salt då kalciumkloriden endast finns som 32% lösning. Tabellen är ändå intressant då det kan gå att räkna.

Blandningsförhållande för CaCl ₂		
Produkt	Blandningsförhållande	Frys punktstemperatur °C
Brine 22% saltlake	22% natriumklorid	-19.1
Kalciumklorid 77 % fast substans	77% kalciumklorid	-47,9
Kalciumklorid 77 % fasta ämnen: Natriumklorid 22% lösning	10:90 - Natriumklorid 90	-17.3
	20:80 - Natriumklorid 80	-19.3
	30:70 - Natriumklorid 70	-23.2
	40:60 - Natriumklorid 60	-28.3
	50:50 - Natriumklorid 50	-36,7

Figur 48 Blandning av CaCl₂ 77 % fast material med NaCl 22 % saltlösning. källa: Ad-hoc-grupp om avisningsmedel.

4.2 Studiebesök

4.2.1 Ålborgs kommun

Studiebesök och intervju av Afdelningsleder Niels Sloth Christiansen och Formand Bjarne Svane Nielsen i Aalborg den 16 juni 2023.

Fakta Aalborg Kommune

- Indbyggere ca. 221.000, Danmarks 3. største kommune (målt på indbyggere)
- Aalborg By ca. 120.000 indbyggere
- Areal 1137 km²

Vej området:

- 2050 km veje (137 km grusveje)
- Fortove 954 km
- Cykelstier 598 km
- Gågader 15.400 m²
- Pladser 56.000 m²

Det grønne område:

- Ca. 3100 ha grønne områder
- Ca. 8.400 ha fredede arealer
- Ca. 31 ha kirkegårdsarealer



FAKTA vintertjeneste

Vintertjenesten udføres på:

- 2050 km vej
 - 405 km cykelstier/ stier
 - 307 km fortov/grundejer-forpligtigelser
 - 420.000 m² pladser/ p-pladser
 - Vinterbekæmpelse ved 50 skoler, 29 ældrecentre, 150 børnehaver og 45 idrætsanlæg
-
- 124 vinterruter (+ 28 stk. 2. plove)
 - Specialmaskiner, f.eks. rendegravere, gummiged, sneslynger, stor traktor lastbiler osv.



Økonomi mio. kr.	Budget	Vinter / forår	Efterår / vinter	Året
2018	24.4	18.0	4.5	1.9
2019	24.4	14.0	6.8	3.6
2020	24.9	7.4	6.0	11.5
2021	24.7	18.2	13.7	-7.2
2022	24.5	19.1	12.6	-7.2

Antal ud kald	Forår / salt	Efterår / salt	Forår / snetimer	Efterår / snetimer
2018	54	13	80	0
2019	42	16	31	0
2020	24	9	0	0
2021	54	26	42	60
2022	50	28	0	33
2023	30		25	



Vintertjeneste, Fakta

Entreprise	Private	Aalborg Kommune
Lastvogn veje serviceklasse 1 og 2	12	11
Traktor, veje serviceklasse 3 og 4	22 (+26)	2
Traktor, stier og fortov serviceklasse 2	28	20

Aalborgs kommun är Danmarks tredje största kommun med ca 221 000 invånare. Aalborgs stad har 120 000 invånare. Man bedriver drift och underhåll av stadens anläggningar i egen regi med egna maskiner och inhyrda maskinentreprenörer. Man leder och fördelar arbetet med egen personal och resurser.

Aalborgs kommun har använt vakuumsalt under många år. Saltet levereras från fabrik i form av saltlösning och torrsalt. All hantering sker i bulkformat. Saltlösning kommer i stora tankbilar och torrsalt levereras med lastbil. Man förbrukar ca 5000 ton vakuumsalt och 4000 m³ saltlösning per år. Man har i Aalborgs kommun för två år sedan byggt en helt ny anläggning med byggnader för hela sin verksamhet. Det innebär att man har moderna och ändamålsenliga lokaler för personal, maskinförråd, verkstad och salthantering. Salthanteringen har samordnats med vejvesendet för det statliga vägnätet. Saltlagret är byggt som en permanent byggnad med en byggnadsstomme av betong och stål. Det innebär att man har lagerhantering intill varandra med i princip spegelvända lokaler. Lagringsförutsättningarna i detta lager är förmodligen så optimala man kan åstadkomma utan värme och avfuktning. Där skiljer sig den svenska marknaden från detta. I Sverige lagras vi ofta saltet i tälthallar som är byggda med tidsbegränsade bygglov. Detta är en konsekvens av att entreprenaderna inom GPD drift på 4-6 år.

Saltlösninglager ligger också intill varandra. Utlastningsramperna har placerats i anslutning till respektive port. Det är endast tvättmöjligheterna av bilar och utrustning man nyttjar gemensamt.

Saltlagret har en kapacitet på ca 6000 ton. Man fyller upp lagret under sommarperioden då priset på salt är lägre. Det innebär att under milda vintrar med lägre saltförbrukning har inte hela den lagrade mängden salt förbrukats. Man berättar att delar av vakuumsaltet kan ha lagrats både två och tre år utan att man haft störningar i produktionen.



Figur 4.2: Saltlager i Aalborgs kommun på ca 6000 ton.

Det salt som används kommer från Mariager Salt Specialities (f.d. Nouryon eller Akzo Nobel). Det har en fukthalt på ca 3%. Det är svårt att beskriva ett salts egenskaper så målande att en läsare förstår det. På bilderna i Figur 4.3 ser man ett handavtryck och ett däckavtryck med skarpa återstående konturer. Det som skiljer vakuumsalt från kramsnö, som det liknas vid ibland, är att det lätt kan formas om till en ny form. Det blir inte en "isboll" utan strukturen är mer som baksand som lätt formas om.



Figur 4.3: Avtryck i vakuumsalt

Man har valt i huvudsak Nido som leverantör av saltspridare för det stora vägnätet där lastbilar är bärare av utrustningen. Maskinerna har transportband som utmatnings metod. Man uppfattar inte valet av salt som en begränsande faktor när det gäller valet av saltspridningsmaskin. Man bedömer att fler tillverkare av saltspridningsmaskiner kan sprida vacuumsalt.

De stora saltspridarna som bärs av lastbilar har inga problem med att utmatning av salt eller att det packar sig i spridarna. Den "valvverkan" som man kan tänka sig är inget problem i dessa spridare. Med valvverkan menas att det kan uppstå ett tomrum ovan utmatningsskruven eller transportbandet då det uppstår ett valv mellan spridarens väggar. Ev. se bild. Då rinner inte saltet ner i matningsanordningen så att den har material att arbeta med.



Figur 4.4: "Vakuumsalt – Noen erfaringer Romerike Öst , Knut Yssen 2014-02-25 (Yssen, 2014-02-25, s. 5)

De saltspridare vi såg var utrustade med ett galler eller nät överst i saltbehållaren, se Figur 4.4. Det innebär att vakuumsaltet måste passera det innan det kommer ner i behållare. Det är troligt att det motverkar löst sammansatta klumpar som skulle kunna uppstå när saltet passerar nätet. Saltet kan då återfå en del av sina "strida" egenskaper.

De små spridarna som bärs av traktorer har däremot detta problem. Det har man löst genom att blanda vakuumsaltet med 50% havssalt med en grövre fraktion. För att få en bra inblandning mellan

de båda salttyperna har man monterat en stor saltspridare på en betongkonstruktion Figur 4.5. Blandningsspridaren lastas med varannan skopa utav respektive salttyp. Sedan används saltspridarens utmatning vid lastningen av de små saltspridarna. I processen uppstår en blandning som har egenskaper som inte ger den valvverkan som tidigare beskrivits.



Figur 4.5: Blandningsstation för vakuumsalt och havssalt. Återanvändning av gammal spridarutrustning med band i botten.

Aalborgs kommun har ingen saltlösningstillverkning då saltlösningen levereras färdig. Någon erfarenhet av att tillverka saltlösning av vacuumsalt har man alltså inte. (preben, 2023)

4.2.2 EPOKE Danmark

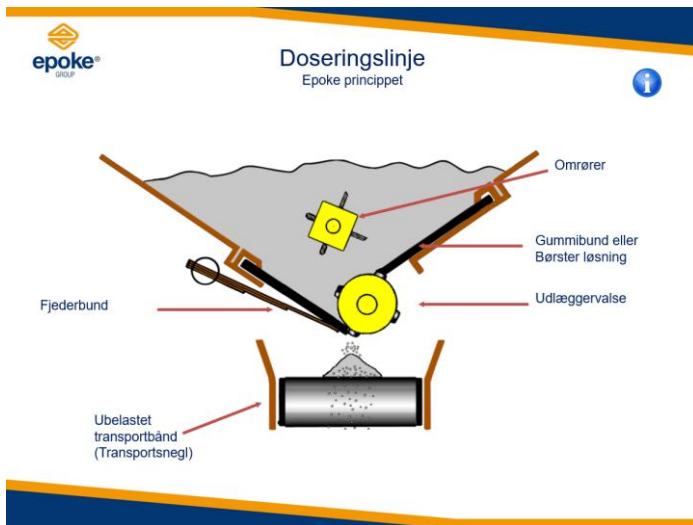
EPOKE studiebesök 20 juni 2023

EPOKE är en av världens största tillverkare av saltspridare och tillverkar ca 1000 spridare per år. Man har en mångårig och gedigen erfarenhet av att tjäna vinterrväghållningsmarknaden med maskiner som matchar klimat och saltkvaliteter på olika marknader i världen. När vi lyfter frågan om vilka utmaningar man ser med att använda vacuumsalt på den Svenska marknaden ser man egentligen inga problem med maskinerna som inte tekniskt är lösta idag. Man säger att det finns mycket "Tro och religion" som präglar vad som anses bra på olika lokala marknader. Man är van vid en salttyp och får man något som skiljer sig från det blir man misstänksam. Händer det något som man inte förväntar sig så är det ofta man ser orsaken till det i saltet. Om man har samma NaCl-halt och kornkurva men olika färgton i två salt ger man det salt man är van vid bättre egenskaper än det med färgton man inte är van vid.

EPOKE rekommenderar att man vid användandet av vakuumsalt utrustar saltspridningsmaskinen med en omrörare och borste. Borsten är placerad så att den motverkar att omrörarens små armar sätts igen och får en jämn profil. I Figur 4.7 ses borsten till höger på botten av spridaren (gula saltkaret). Vid bottenens vänstra sida syns omröraren med utstickande armar, vilket syns tydligare på det orangea saltkaret. Saltkaret har även ett galler på toppen. Det fungerar som ett grovt såll där klumpar reduceras. Klumparna man kan förvänta sig vid användandet av vakuumsalt är reaktivt löst kramade från lagringsperioden. Det är inte hårda klumpar från salt som återkristalliserat sig vid tex hård kyla och hög fukthalt. Vakuumsaltet återfår då mycket av sina ursprungliga friflytande egenskaper.



Figur 4.6: Saltkaret med galler ovanpå. Till höger ses axeln med utstickande nubb som fungerar som en omrörare (med vitt salt på).



Figur 4.7: EPOKE's princip med omrörare och ett fjäderband som doserar fram rätt mängd via utläggningsvalse.

Vid studiebesöket fick vi en demonstration av hur det ser ut när vacumsalt sprids. Vi fick demonstrerat en mycket jämn och fin spridningsbild. Det salt som används vid demonstrationen bedöms vara torrt med en fukthalt på 0,1-0,9 %. Allt vakuumsalt har samma kornkurva och är extra fint i storlek.



Figur 4.8: Spridning av vakuumsalt med EPOKES spridare.

EPOKE tillverkar också en saltlösningssystem, EPOMIX 20 som är en batchsaturator. Den fungerar lika bra med vakuumsalt som annat salt. Vakuumsaltets renhet lyfts som en positiv egenskap då man inte behöver slamsuga EPOMIX 20 så ofta från orenheter då man använder ett så rent salt som vakuumsalt.

4.2.3 Bro Stockholm Ragn-Sells

Studiebesök salttillverkning nr. 1

Närvarande: Fredrik Eide, Dan Eriksson samt medlemmar i ALT-Salt projektet från VTI.

Datum: 2023-04-27

RagnSells i Upplands Bro har investerat i en anläggning som tvättar flygaska. Flygaska är ett farligt avfall och det finns idag två större anläggningar i Norden som kan ta emot flygaska. Den ena finns i Upplands Bro och den andra på Langøya Oslofjorden och ägs av det norska bolaget NOAH. Eftersom anläggningarna börjar bli fulla så måste man finna andra lösningar på att ta hand om flygaska. RagnSells startade med att ta fram en process att ta bort de farliga ämnena i flygaska så att man inte behöver en stor deponi för farligt avfall. Det har resulterat i en patenterad process och en produktionsanläggning på Högbytorp i Upplands Bro.

Vid förbränning av avfall får man två rester, bottenaska och flygaska. Bottenaskan är allt som inte brinner upp och faller ner på botten av ugnen. Flygaska är partiklar som kommer med rökgaserna. Man har olika metoder att fånga partiklarna i rökgaserna, vilket skapar olika typer av askor.

Flygaskorna klassas som farligt avfall m.a.p. två faktorer. Innehållet av tungmetaller samt klorider. I RagnSells process använder man vatten och basiska kemikalier för att tvätta ur klorider samt binda tungmetaller. Av den flygaska som tvättas så bildas det en inert aska som man kan deponera på en vanlig deponi. Tungmetallerna hamnar i den inerta askan. Ca 20% av flygaskan följer med tvättvattnet och renas i ytterligare steg. Efter reningen finns det bara ett antal joner kvar, Kloridjoner (Cl^-), Natriumjoner (Na^+), Kaliumjoner (K^+) och Kalciumjoner (Ca^{2+}). Först kristalliserar man Natriumklorid och Kaliumklorid i salter. Detta sker i en tvåstegsprocess för att få så rena salter som möjligt. Kalciumkloriden tas ut i flytande for, 36% kalciumklorid-lake.

I denna rapport behandlar vi bara den Natriumklorid som kommer från produktionen i Upplands Bro. Kaliumkloriden har andra applikationer än underhåll av vintervägar. Kalciumkloriden används dock både som avisningsmedel samt dammbindande medel på grusvägar. Vidare används det en specialprodukt som kallas för "Karlstadslaken", vilket är en blandning av Natriumklorid och Kalciumklorid i lake. Det pågår ett parallellt projekt som behandlar denna produkt som heter Alternativa Salter (ALT) och som drivs av VTI i Linköping. Kontaktperson Göran Blomqvist.

Produktionen av Natriumklorid i Upplands Bro är likartad andra typer av salttillverkning. Avdunstar en saltlösning tills den blir mättad m.a.p. Natriumklorid, vilket då faller ut i kristaller av Natriumklorid. Kristallernas storlek är likartade i dessa industriella processer och är ca 0,5 mm i kornstorlek, även om specifikationen lyder 0-0,8 mm. Produkten från Upplands Bro kommer att ha en fukthalt på ca 3%. Anledningen är att efter kristallerna bildats, så centrifugerar man dom och erhåller en fukthalt på ca 3%. Om man vill ha ett torrare salt så måste man torka det i en ugn, vilket är energidrivande.

Det finns inga direkta krav från Trafikverkets på salt som används i vägunderhållet. Historiskt har man angett Natriumkloridhalt (min 97%) samt en kornkurva som motsvarar Stensalt 0-3 mm, Dvs "Grade Fine" enligt den nya standarden SS-EN 16811-1. Därmed har man lagt över ansvaret till utförarna att specificera det salt dom önskar ha, bara utförarna kan utföra sitt uppdrag.

I vägsaltstandarden SS-EN 16811-1 finns det en lista på tungmetaller som man refererar till som godkända värden som får släppas ut i naturen. Det är att rekommendera att hänvisa till denna standard vid upphandlingar. Innehållet av tungmetaller baseras på de saltdeponier samt havsvatten, vilket har mycket kända nivåer. I och med att man nu börjar använda salt från andra typer av processer så vill Trafikverket säkerställa att saltet inte är skadligt för människor eller miljön. Då processen inte har startat i skrivande stund, kan man inte ge ut en saltspecifikation ännu. Innan man beslutade om investeringen har man anlitat ett företag som utför prov-processer i enlighet med den tänkta processen, varifrån man fått ut en mindre mängd salter. Dessa salter har analyserats efter alla typer av föroreningar som RagnSells har analyserat i flygaskan. Man kan inte hitta rester av några farliga föroreningar i salterna utifrån provsalterna. Vidare har man diskuterat med externa specialister och myndigheter om vilka eventuella ämnen som man bör kontrollera. Därmed har RagnSells även analyserat efter PFAS, Dioxiner och PCB och andra "nya föroreningar", utan att finna några rester. Processens utformning är gjord så att om några organiska föroreningar kommer med i flygaskan så tas dessa om hand i olika process steg.

Studiebesök salttillverkning nr. 2

Datum: 231004

Deltagare var representanter från Terranor, Svevia, GC Rieber, Consalt AB, ViaPM och Epoke.

DELTAGARLISTA			
Studiebesök Cirkulärt Salt i Bro, Sthlm			
Datum 20231004			
Namn	Företag	Mejladress	Telefon
Christer Andersson	ViaPM	christer.andersson@viapm.se	0738-440125
Kim Aslaksen	GC Rieber	kim.aslaksen@gcrieber.com	Plus 47 92 88 33 77
Mikael Larsson	CONSALT AB	mikael.larsson@consalt.se	Plus 46 730-72 44 48
Tom Söndergaard	epoke	ts@epoke.dk	Plus 45 40 29 21 03
Truls Wingsternes	GC Rieber	truls.wingsternes@cgieber.com	Plus 47 977 36 565
Renata Ivanic	Svevia	renata.ivanic@svevia.se	070 55 30 385
Kim Konradsen	GC Rieber	kim.konradsen@gcrieber.com	Plus 45 61 55 79 79
Björn Kronberg	Ströman Maskin AB	b.k@stroman.se	0703-79 68 93
Per Sjöblom	Terranor AB	per.sjoblom@terranor.se	070 37 11 375
Martin Axell	Terranor AB	martin.axell@terranor.se	076 13 11 351

Mattias Lindblad som är chef över anläggningen hos RagnSell beskriver bakgrunden och processen samt vart man står nu. I dagarna kommer den sista delen där Kalciumkloridlösning tas fram provköras. Därmed är hela fabriken igång. Vid den efterföljande diskussionen lyftes olika frågor.

- Det är mycket intressant med salter med så lågt klimatavtryck. Dessa egenskaper har sitt värde i klimatalkyler för att verifiera i vilken utsträckning man kommer att nå enskilda företags egna interna miljömål liksom entreprenörernas kunders miljömål och miljökrav.
- Imponerande att flygaska som är ett farligt avfall kan bli en tillgång. Intill fabriken finns en jättelik hög av stabiliserad flygaska som kommer att processas igenom fabriken och bli de råvaror som vi fått presenterade.
- Kalciumklorid tas fram i form av 36% lösning. Logistiken hade underlättats av om den togs fram i flingform, paketerade i BigBags. Svaret från Mattias är att det i princip kan göras men är inte planerat. Om man beslutar sig för det kommer en sådan fabrik tidigast stå klar om fem år.
- Terranor har erfarenhet av att använda vakuumsalt i södra Sverige. Det har fungerat att använda till saltlösning men inte i saltspridarna i torr form.
- För användning av Natriumkloriden och kalciumkloriden inom vägunderhåll är volymerna relativt små i förhållande till landets totala förbrukning. Den största miljönyttan borde saltet göra om det används lokalt med så små transporter som möjligt.
- Planeras det fler anläggningar som liknar denna i Sverige? Man ser på etableringar i södra Sverige. Det finns volymmässigt plats för två anläggningar till om man ser till en nordisk marknad räknat på tillgången av flygaska.
- Tekniken till processen är skyddad av patent men vem som helst kan köpa en anläggning av Ragn-Sell. Det behöver inte vara Ragn-Sell som driftar och opererar nästa anläggning.

4.3 Workshop svenska marknadsaktörer

4.3.1 Sammanställning Workshop

Projektet bjöd in alla parter vi kunde se tillhöra och verka inom ekosystemet för spridning av salt vid vinterväghållning. Det fanns ett stort intresse och nyfikenhet. Den grupp som möttes har alla verkat enskilt eller i olika mindre konstellationer för att lösa olika tekniska utmaningar inom verksamhetsområdet. Detta är första gången som en bredd av väghållare, driftentreprenörer, saturatortillverkare, saltspridningsmaskintillverkare och saltgrossist har träffats och delat med sig av erfarenheter och kunskaper. Gruppen bjöd generöst på det man hade att bidra med.

Det har funnits vakuumsalt i mindre omfattning på den svenska marknaden under ganska lång tid från Perstorp. De flesta erfarenheterna man har i Sverige kommer från det saltet. Det har främst använts lokalt i Skåne. Terranor använder det till saltlösningstillverkning i några driftkontrakt för Trafikverket. Annars har man testat lokalt i olika projekt i mindre omfattning.

Saltspridartillverkarna verkar på flera marknader och har där i olika utsträckning kommit i kontakt med vakuumsalt. Christer Friggeråker kunde berätta om tester han deltagit i från Norge. Det var värdefullt. Övriga saltspridningsmaskintillverkare deltog inte med tekniker men kunde meddela att deras maskiner sprider vakuumsalt på andra marknader.

Det finns ett stort intresse av att hitta rätt metoder för att använda cirkulärt salt inom vinterväghållning i Sverige. Man vill bidra till att minska CO₂ avtrycket. Flera lyfte möjligheten att använda ett finkornigt salt som vakuumsaltet på GC vägar. Där har man ofta problem att få verkning på saltet då man på GC inte har någon nytta av trafikens bearbetning såsom man har på bilvägnätet.

För att använda cirkulärt salt finns vissa utmaningar att hantera:

- Teknik att rationellt tillverka saltlösning.
- Logistik med lagring och hantering av saltet.
- Det finns en skepsis och misstro till att sprida vakuumsalt torrt.
- Cirkulärt salt kostar ungefär lika mycket som bergsalt. Det finns inga ekonomiska incitament som skapar ekonomiskt utrymme för teknisk utveckling och metodutveckling för att möjliggöra en delvis övergång till cirkulärt salt.

Deltagarna ser stora möjligheter i att lösa utmaningar med branschgemensamma samarbeten likt detta forum. Se bilaga 10.2

5 Miljöberäkning

5.1 Miljöpåverkan gatusalter

I denna rapport redovisas bara gatusaltets fotavtryck med avseende på tillverkning och transport till Sverige, dvs rapporten tar inte upp andra miljöaspekter som salt kan skapa och ej heller andra industri- eller livsmedelssalter. Ett antal rapporter om saltets utsläpp av koldioxid har gjorts på konferenser (Götzfried, 2023) & (Vidovic, 2018), med dessa tar bara upp huvudprocesser i tillverkningen samt generella transportvärden till norra Europa vilket gör det svårt att jämföra olika salters fotavtryck. Dessa konferensrapporter följer inte heller de regler som beskrivs av ISO14025:2010.

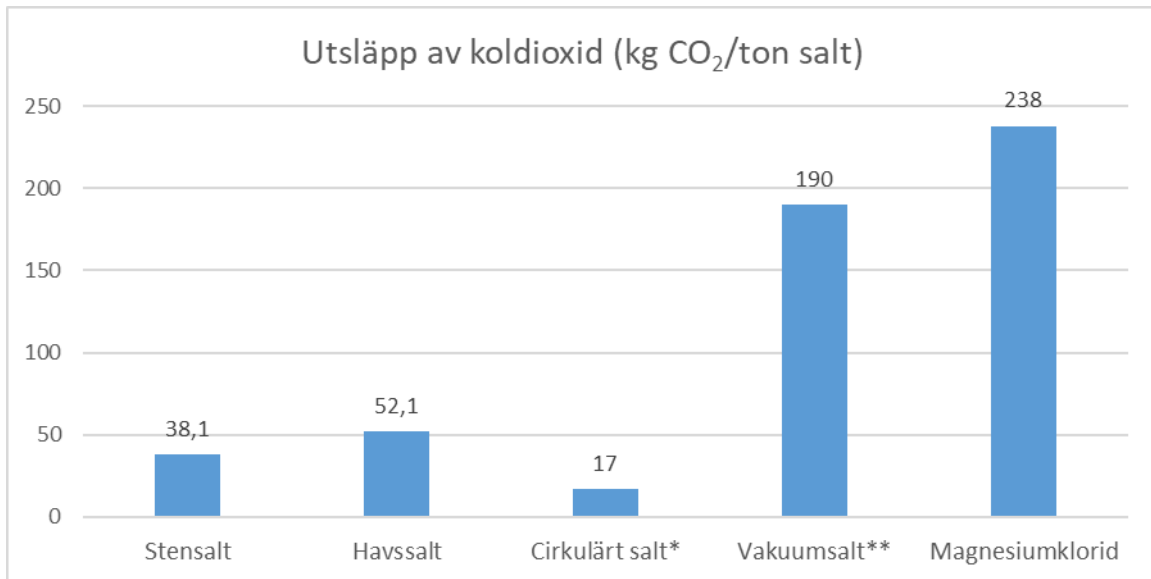
Denna rapport beskriver heller inte en fullständig LCA analys av olika salters inverkan på miljön beroende på hur mycket av salterna man sprider per km väg. Vill man fördjupa sig i en LCA analys rekommenderas "Highway Deicer Use in Oregon" (LALONDE, 2019) som är skriven 2019 och jämför Natriumklorid och Magnesiumklorid eller "Environmental Life-Cycle Assessment of Winter Maintenance Treatments for Roadways (Fitch et al., 2013) eller "Life Cycle assessment of Anti- and De-icing Operations in Norway" (Vignisdottir et al., 2015).

Två organisationer i norra Europa jobbar med Miljöproduktcertifieringar (EPD=Environmental Product Declaration). Den första finns i Norge, *EPD-Norge*¹, och den andra i Sverige, *EPD International*². De ger ut kategoriregler (Environdec, 2021) "Category Rules" för hur man skall räkna koldioxidutsläpp. Det finns fyra offentligt publicerade EPD:er som är utgivna av två norska bolag, GC Rieber Salt och Mesta. En rapport beskriver stensalt från Tyskland (GC Rieber Salt AS, 2812_Natriumklorid-i-Bulk-NaCl-fra-steinsalt, 2023), två rapporter beskriver havssalt, en från Spanien (Mesta AS, 2023) och en Tunisien (GC Rieber Salt AS, 2893_Natriumklorid-i-Bulk-NaCl-fra-havsalt, 2022) och en rapport beskriver Magnesiumklorid (GC Rieber Salt AS, NEPD-2702-1405_MG-Kombi, 2022) (som är ett snitt av tre tillverkare i Europa).

I Figur 5.1 jämförs de olika salternas miljöpåverkan. I beräkningarna har vi satt Stockholm som jämförelsebas. Dvs Stensalt och Havssalt produceras i Medelhavet/Centraleuropa och transporteras till Sverige med fartyg, järnväg samt lastbil. Det cirkulära saltet tillverkas norr om Stockholm. Stensalt har en låg inverkan på 38,1 kg CO₂/ton salt och Havssalt har 52,1 kg CO₂/ton salt. För det cirkulära saltet finns det inte publicerade värden. Vi har använt samma konsult som räknat fram värden på Stensalt och Havssalt och har därmed uppskattat utsläppet till 17 kg CO₂/ton salt. Vakuumsalt har heller inte officiella publicerade värden, men beräkningsprogrammets databas (Ecoinvent) finns vakuumsaltprocessen beräknad, vilket ger ett värde på ca 190 kg CO₂/ton salt. För att jämföra salter med andra typer av vägsalter har vi tagit med Magnesiumklorid, vilket har 238 kg CO₂/ton salt. Ytterligare vägsalter som Kalciumklorid, Formiater och CMA har utsläppsvärden som ligger från 300 upp till 1100 kg CO₂/ton salt, men inga officiella EPD:er finns tillgängliga, utan det är värden från databaser. Anledningen till att dom har så höga värden är att tillverkningsprocesserna kräver mer energi i form av tryck eller temperatur samt att i vissa processer skapas koldioxid i en kemisk reaktion. I litteraturen benämns vissa salter som miljövänliga. Detta kan vara sant om man menar att dom är **växt** vänliga. Men om man ser till hela tillverkningsprocessen i en LCA analys, så har dom höga utsläpp av koldioxid. (Aase teknik AS & Eide F, 2023)

¹ <https://www.epd-norge.no/>

² <https://www.environdec.com/home>



Figur 5.1: Utsläpp av koldioxid för olika typer av vägsalter. Magnesiumklorid är inlagd som jämförelse. Ingen officiell siffra på kalciumklorid kunde hittas. (Aase teknik AS & Eide F, 2023).

6 Diskussion

I Norden har vakuumsalter använts i framför allt Danmark. Där har man en lokal salttillverkare. Därmed har man byggt upp en infrastruktur och erfarenheter bland entreprenörer och kommuner att använda ett finkornigt och fuktigt vakuumsalt. En stor spridartillverkare har även hjälpt till så att den danska marknaden kunnat genomföra detta. Det danska klimatet anses vara lite mildare, vilket kan vara en positiv faktor.

I Norge har man försökt att använda vakuumsalt. Då det användes i ett kallare klimat på östlandet, fick man större problem med isbildning och sämre spridning av saltet. Vid mildare klimat fungerade det bra och det visade sig att ett vakuumsalt spred sig bättre på vägen och man hade en större mängd restsalt kvar. Man kom fram till att det fanns fler nackdelar än fördelar, varför man i stället använder stensalt i kallare klimat och havssalt i mildare klimat. För att kombinera de positiva egenskaperna med hantering av ett grovkornigt salt och bättre spridningsbild med ett finkornigt salt, har man i Norge med framgång använt sig av en kvarn i spridarbilen som mal ner ett grovkornigt salt precis innan den når spridartallriken.

I Sverige har vi inte använt vakuumsalt vid torrsaltspridning eller spridning av befuktat salt. Det finns några områden där man använt vakuumsalt för tillverkning av saltlake i saturatorer.

I Centraleuropa har man använt vakuumsalt på olika ställen och den tyska vintertjänsten har gjort många utförliga tester med att sprida vakuumsalt både torrt och befuktat. Man har kommit fram till att ett vakuumsalt med små korn har en tendens att blåsa av vägen p.g.a. turbulens bakom spridarbilen. Vid spridning av befuktat salt har man fått en bättre och jämnare spridningsbild än det mest förekommande stensaltet. Den viktigaste anledningen till att man ändå använder stensalt är kostnadsbild.

I Sverige har vi inga förekomster av stensalt, varför produktion av ett återvunnet eller ett cirkulärt salt kan hålla en annan prisbild jämfört med t.ex. Tyskland där man har många stensaltgruvor.

Vid produktion av saltlösning visar det sig att det rena vakuumsaltet har fördelar då det inte lämnar några rester kvar som behöver slamsugas. Hanteringen av vakuumsalt vid produktion av saltlösning är dock ett område som behöver utredas ytterligare.

Ett specialområde som kan tänkas passa ett finkornigt salt utmärkt är gång- och cykelvägar (GC-vägar). Ett finkornigt salt kan spridas utan befuktning, då hastigheten är mycket lägre och ingen avdrift sker. Vidare har man på GC-vägar inte bildäck som krossar de stora saltkornen som ett stensalt har. I tester visar det sig att ett finkornigt vakuumsalt går i lösning snabbare utan någon mekanisk påverkan.

Det finns en hel del försök och praktisk erfarenhet om hur man skall använda ett finkornigt salt på vägar i Europa. Kunskapen i Sverige är mycket begränsad, varför man behöver se över tillgänglig utrustning, metoder och utbildning för att få nya cirkulära salter att fungera i praktiken. En specifik åtgärd som framkommit är att man måste ha en modifierad spridare vid spridning av vakuumsalt. Den extra kostnaden ligger på ca 10% av spridarens totala kostnad.

Anledningen till att denna diskussion uppkommit är att de nya cirkulära salterna kan hjälpa oss att minska fotavtrycket i vinterväghållningen. Om de cirkulära salterna används lokalt kan man sänka CO₂-avtrycket med 55%. I skrivande stund finns det 2-3 platser i Sverige där man producerar ett salt med lägre CO₂-avtryck. Det finns planer på nya processer, varför man kan räkna med att de cirkulära

salterna kommer att öka i framtiden. Det kan därmed diskuteras om det bör finnas incitament från beställaren att påskynda både ytterligare undersökningar, praktiska försök och finansiella ersättningar till de som vill använda sig av ett salt med lågt CO₂-avtryck. Slutligen kan det visa sig att det blir en ökad kostnad vid användning av ett cirkulärt salt, varvid man bör diskutera en kompensation för merkostnaden.

7 Slutsats

I Sverige har vi under en lång tid bara använt en typ av salt för vägunderhållet, stensalt. Vid införandet av ett nytt salt måste man ändra på en del metoder och praktiska handhavande. Det finns en stor nyfikenhet på de nya cirkulära salterna, då de kan hjälpa branschen att minska sitt CO₂-avtryck. För att möjliggöra en snabb och positiv förändring måste vi skapa en tillit och ett förtroende för den nya produkten så att den fungerar väl i alla led i vinterväghållningsarbetet.

Vi anser att det finns både tillgänglig teknik och kunskap i Europa för att Sverige skall kunna använda ett cirkulärt salt i vinterväghållningen.

I rapporten framkommer det att saltlösningstillverkningen idag inte är fullt utvecklad för att kunna använda cirkulärt salt i våra kontinuerliga saturatorer.

Vidare bör man investera i utrustning och lära sig nya arbetsmetoder för att kunna sprida ett befuktat cirkulärt salt.

Cirkulärt salt är en viktig produkt inom vägunderhåll för att nå våra miljömål. Natriumklorid kommer inom överskådlig tid inte att produceras i Sverige i en omfattning så att vi blir självförsörjande. Cirkulärt salt har dock goda förutsättningar att ge ett viktigt bidrag i att minska CO₂ avtrycket då skillnaden är väldigt stor gentemot de konventionella alternativen.

8 Rekommendationer

Våra rekommendationer är:

Sverige kommer inom 1 år att ha två nya anläggningar som producerar cirkulärt salt. Den första är i Upplands Bro som kommer att producera ett fuktigt vakuumsalt (ca 3% fukt). Den andra kommer att ligga i Örnköldsvik och kommer att producera ett torrt vakuumsalt (<0,5% fukt). Därför föreslår vi att man sätter upp ett projekt som utvärderar de två olika salterna m.a.p.

- Utveckla tekniken att lösa upp vakuumsalter i saturatorer.
- Visa om det går att sprida befuktat vakuumsalt i den svenska klimatet samt vilka åtgärder som behöver vidtagas m.a.p. utrustning och metoder.
- Vilka anpassningar i lager, logistik och planering krävs för att använda ett cirkulärt salt.

När kunskapen har skaffats om eventuella merkostnader för att använda cirkulärt salt, bör man ta fram ett förslag på ekonomiskt incitament så att entreprenören skall kunna hålla ett konkurrensneutralt anbud med cirkulärt salt.

Att sprida ett finkornigt cirkulärt salt på GC-vägar kan vara effektivt, vi förutsätter att den frågan belyses i ALT-projektet, varför vi inte tar upp det som ett förslag i denna rapport.

9 Referenser

- Aase teknik AS, & Eide F. (2023). *Beräkningar av koldioxidutsläpp*.
- Badelt & Bunoza. (2020). *Untersuchungen zur FS50-Streutechnik*. Bundesanstalt für Straßenwesen, WINDIP, Winterdienst Prüfstelle.
- Badelt & Moritz BAST V186. (u.d.). *Teil 1_Beurteilung von Feuchtsalzstreubildern und deren Einflussgrößen*.
- Badelt, H. G. (2003). *Wirksamkeit verschiedener Tausalze Strassenverkehrstechnik*.
- BAST Heft V 285. (2017). *Praxisgerechte Anforderungen an Tausalz*. Die Bundesanstalt für Straßenwesen.
- BAST V156. (2002). *Optimering av fuktning av avisningssalter, Federal Highway Research Institute (Tyska)*.
- Consalt. (2023).
- Danska Vejdirektoratet. (2020). *Håndbog om tømidler*.
- Environdec. (2021). *Basic Chemicals 2021:03 v.1.1 (Environdec 2021) publiceras av EPD International*.
- EPOKE. (2023).
- F. Götzfried. (2016). *Ferrocyanides as anti-caking agent in road salt*. Kali & Stensalz 01/2016.
- Fitch et al. (2013). *Environmental Life-Cycle Assessment of Winter Maintenance Treatments for Roadways*.
- GC Rieber Salt AS. (2022). *2893_Natriumklorid-i-Bulk-NaCl-fra-havsalt*. EPD Norge.
- GC Rieber Salt AS. (2022). *NEPD-2702-1405_MG-Kombi*. EPD Norge.
- GC Rieber Salt AS. (2023). *2812_Natriumklorid-i-Bulk-NaCl-fra-steinsalt*. EPD-Norge.
- Götzfried, F. (2023). *Vacuum salt for de-icing 2023*.
- LALONDE. (2019). *LCA MgCl NaCl Highway*.
- Mesta AS. (2023). *Veisalt - Natriumklorid i bulk (NaCl)*. EPD Norge.
- preben, T. (den 15 06 2023). *Cirkulärt salt vinterväghållning*. (C. A. Eide, Intervjuare)
- Salt SMART. (2010). *Alternative kjemikalier og tilsetningsstoffer til natriumklorid - en litteraturgjennomgang*. Statens vegvesen, Teknologivdelingen, Nr. 2593;.
- SKR, adda inköpscentral. (2022). *Vägsalt och dammbidningsmedel 2022 ref.nr. 10566*. addas inköpscentral.
- Veidekke. (u.d.).
- Vidovic. (2018). *Carbon dioxide Footprint*.
- Vignisdottir et al. (2015). *Life Cycle assessment of Anti- and De-icing Operations in Norway*.
- Yssen, K. (2014-02-25). *Vakumsalt- Noen erfaringer Romerike Öst*.
- Öberg, G. &. (1991). *Effektivare avisning med mindre salt, VTI rapport 369 SA*. VTI.

10 Bilagor

10.1 Vakuumsalt för vintervägunderhåll

Machine Translated by Google

SALTFORSKNING + KONSULTAT

Vakuumsalt för vintervägunderhåll

Rapport för GC Rieber Salt AB, Sverige

Salt Research + Consulting, Dr Franz Götzfried
Prinz-Karl-Str. 7, D-74206 Bad Wimpfen, tel. +49 171 100 7453, franz.goetzfried@saltresearch.eu

2 maj 2023

1

SALTFORSKNING + KONSULTAT

INNEHÅLL

1. Översikt över de länder i Europa som använder vakuumsalt vid vinterväghunderhåll
2. Standarder/Specifikationer för vakuumsalt för vinterservice
3. Rekommendationer för förvaring
4. Rekommendation för antiklumpningsdosering
5. Lämpliga spridningsmaskiner
6. Testresultat med vakuumsalt jämfört med stensalt
7. Miljö

Litteratur

Bilaga - Kontakter

SALTFORSKNING + KONSULTAT

1. Översikt över de länder i Europa som använder vakuumsalt på vintervägar underhåll

Stensalt står för den största delen av avisningssaltet i länderna i EU28+, följt av solsalt. Stensalt och solsalt används företrädesvis på grund av dess lägre kostnad. I vissa länder används även vakuumsalt, och dessa listas i tabellen nedan tillsammans med uppskattade årliga volymer.

Tabell 1. Beräknad förbrukning av vakuumsalt för avisning i EU28+

Uppskattad årlig vakuumsaltförbrukning för avisning (*000 mt)	
Österrike	300-500
Schweiz	100-400
Tyskland	50
Nederländerna, Danmark	300

Vakuumsalt i Österrike levereras huvudsakligen av den inhemska tillverkaren Salinen Austria AG (vakuumsaltfabriken Ebensee); mindre kvantiteter levereras av tyska Südwestdeutsche Salzwerke AG (vakuumsaltanläggning Bad Reichenhall). Den schweiziska marknaden är inte tillgänglig eftersom landet har ett saltmonopol, 100 % av saltet för avisning är vakuumsalt som levereras av Schweizer Salinen AG (vakuumsaltfabrik Riburg). Nederländerna och Danmark liknar Österrike, med inhemska producenter i närheten av marknaden. Leverantörerna i Nederländerna är Nobian (Hengelo, Delfzijl) och K+S (Frisia Zout Harlingen).

Leverantör i Danmark är Nobian (Mariager).

I Österrike används vakuumsaltet för framställning av saltlake i mätare och för spridning med olika teknologier ("FS30", "FS50" etc.). I Nederländerna används vakuumsalt även för att producera saltlake och för att sprida.

För Tyskland är marknaden för avisningssalt liten för vakuumsalt. Detta är av två huvudsakliga skäl:

1. Pris: Vakuumsalt har en högre produktionskostnad, och det är därför svårt att konkurrera med producenter av stensalt.
2. Kapacitet: Produktionskapaciteten för vakuumsalt är begränsad och betydande volymer för avisning är inte tillgängliga. Gruvor kan enkelt anpassa sin produktionskapacitet för bergsalt på begäran.

I Tyskland används vakuumsalt för framställning av saltlake i mätare. I Bayern nära Bad Reichenhall används även vakuumsalt för spridning ("FS30"-teknologi).

SALTFORSKNING + KONSULTAT

2. Standarder/Specifikationer för vakuumsalt för vinterservice**2.1 Europeisk standard EN 16811-1**

Vakuumsalt tillhör kategorin "Grade F (extra fint salt)" i den europeiska standarden EN 16811-1. För otorkat vakuumsalt (UV-salt) är fuktgränsen max. 3,5 viktprocent.

De kemiska kraven för avisningssalt inklusive UV-salt är min. 90 viktprocent NaCl och max. 3 viktprocent sulfat (båda i torrsubstans). Ett antiklumpningsmedel bör tillsättas till saltet med en koncentration på 3 – 125 ppm (beräknat som ferrocyanidanjon).

Vissa nationella standardiseringsorgan specificerade olika gränsvärden i nationella bilagor till den europeiska standarden (tabell 2).

Tabell 2. Nationella krav för avisningssalt som skiljer sig från standarden EN 16811-1

	Österrike ÖNORM EN 16811-1	Frankrike NF EN 16811-1	Tyskland DIN EN 16811-1	Schweiz SN EN 16811-1
Natriumklorid	min. 97,5 %	min. 98 % (klass A) min. 91 % (klass B)	min. 97 %	min. 97 %
Sulfat	max. 1,0 %		max. 1,5 %	max. 1,5 %

2022 publicerade NEN, den holländska standardiseringsorganisationen, dokumentet NTA 8900 (Nederlandse Technische Afspraak) som specificerar kraven för sammansättning och gradering av avisningssalter. Kraven finns listade i tabell 3.

Tabell 3. Nederländska krav på avisningssalt (NTA 8900)

			Begräns
Natriumklorid	Begränsning	Vatten olösligt	max. 2,0 %
Sulfat	min. 96,5 % max. 3,0 %	Klumpförebyggande medel	min. 60 – max. 120 ppm (beräknat som ferrocyanidanjon) 3 mm
Fukt	0,2 - max. 3,5 %	Betygsättning (godkänd testsil)	100 % 2 mm 98 % <0,125 mm 0-5 %

Alla krav är inte kritiska för vakuumsalt.

SALTFORSKNING + KONSULTAT

2.1 Specifikationer för vakuumsalter för avising

Leverantörerna erbjuder vakuumsalt med olika fukthalter och doser av klumpförebyggande medel (natriumferrocyanid). En översikt ges i tabell 4.

Tabell 4. Innehåll av fukt och ferrocyanidanjon ($\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$) i vakuumsalter för avising

Leverantör	Skick	Fukt (%)	Klumpförlindrande (ppm)
Nobian Industrial Chemicals BV (NL)	- otorkat	2,0 - max. 3,5	60 - 80
Salinen Österreich AG (AT)	- torkad - delvis torkad*	- < 0,05 - max. 0,5	- 4 - 12
Schweizer Salinen AG (CH)	torkad - delvis torkad* - delvis torkad* (för silos) - torkad	- max. 0,1 - max. 1,5 - max. 1,5 -	- ca. 5 - ca. 5 - ca. 30
Südwestdeutsche Salzwerke AG (DE)	- delvis torkad*	max. 0,2 - max. 1,5	- max. 10 - ca. 20

*Blanda torkade/otorkade salter

Torkade, delvis torkade och otorkade kvaliteter erbjuds. Ju högre fukthalt, desto mer klumpförebyggande medel doseras [1].

3. Rekommendationer för förvaring

UV-saltets flödesbeteende är inte tillräckligt bra för att lagras i silos. Den ska förvaras i lador.

I Österrike lagras vakuumsalt endast i silos upp till en fukthalt på 0,5 %. I Schweiz å andra sidan lagras saltet även i silos med något högre fukthalt [2]. I Tyskland lagras vanligtvis endast torkat förångat salt i silos. Standarden EN 16811-1 rekommenderar att salt för lagring i silos inte får överstiga en fukthalt på 0,6 %.

4. Rekommendation för antiklumpningsdosering

Ett relativt högt innehåll av antiklumpningsmedel rekommenderas för UV-salt. I Nederländerna doseras 60 - 80 ppm antiklumpningsmedel vid UV-salt.

Fukthalten verkar vara den tydligaste faktorn för problem med kakning eller skorpbildning med lagrat vägsalt. Vägsalt med förhöjd fukthalt behöver mer klumpförebyggande medel för att undvika att "frysa" vid lagring vid låga temperaturer. "Frysningen" av vägsalt är en konsekvens

SALTFORSKNING + KONSULTAT

av kristallisation av hydrohalit ($\text{NaCl} \times 2\text{H}_2\text{O}$) från kvarvarande saltlösning på ytan av saltkristallerna under temperaturen $0,1\text{ }^\circ\text{C}$ [1].

5. Lämpliga spridningsmaskiner

Bandtransportörsystemet har bevisat sig för att transportera UV-salt i spridare. Nubs vulkaniserade på transportbandet och en klumpbrytare är mycket användbara. Transporten av saltet med enkla skruvsystem går oftast inte problemfritt.

6. Testresultat med vakuumsalt jämfört med stensalt

6.1 Provins Gelderland (Nederländerna)

En undersökning utförd av provinsen Gelderland för kunderna Overijssel och Gelderland samt Rijkswaterstaat jämförde vakuumsalt och stensalt. Studien har visat att vid spridningsförsök med FS30-tekniken var förångat salt överlägset grovt bergsalt (0-3 mm). Saltförlusterna var lägre med vakuumsalt, verkansradien för sandfordonen var större och kostnaderna var lägre [3, 4].

6.2 Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (Tyskland)

6.2.1 Optimering av fukt i avisningssalter

Studier av BASt med olika fuktningsgrad har visat att vid spridning av vått salt (70 % vakuumsalt/30 % kalciumkloridlösning) endast mycket små förluster på grund av vind som blåser under spridningen och endast små förluster på grund av trafikpåverkan efter spridningen kunde fastställas. Kalciumkloridlösningen hade en koncentration på 20 % [5].

6.2.2 Fördelning av spridningsmedel på vägbanan

Spridningen av material visar att vakuumsalt (0-1 mm) förskjuts mindre snabbt i spåren än bergsalt (0-3 mm, 0-5 mm). På den hårda axeln är den relativa ökningen av vakuumsalt betydligt högre än för bergsalt. Detta kan förklaras av att större bergsaltkristaller nådde ytterkanten av den hårda axeln och rullar bortom. Det var vid de observerade spridningstesterna [6].

6.2.3 Studier av FS50 spridningsteknik

I tester med FS50-teknologin (50 % salt/50 % saltlösning) uppnådde en spridare bättre saltlösningsfördelning med de extra fina salterna. Med 0-2 mm bergsalt observerades en saltlakeindragning på över 6,5 m. Med det förångade saltet skulle en saltlakefördelning över hela 7 m kunna bli

SALTFORSKNING + KONSULTAT

sett. Torrt salt och saltlake var där tillsammans. Med detta kan en mycket bättre vidhäftning förväntas även på trafikerade körfält. Först med det extra fina saltet och särskilt med vakuumsalt kunde en saltlakefördelning över hela banans bredd uppnås [7. 8].

7. Miljö

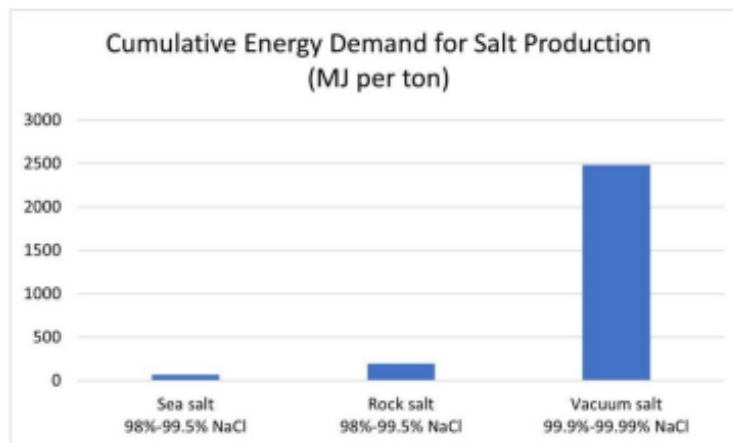
7.1 Energi

Något högre saltrenhet kräver ett exponentiellt ökande energibehov.

Termodynamik är avgörande. Termodynamiken för avdunstning och kristallisation bestämmer energiförbrukningen för att producera vakuumsalt, under vilken produktion inte är möjlig. De bästa tillgängliga teknikerna (MVR, MEE, omkristallisation) med lägsta möjliga energiförbrukning används för att producera avdunstat salt. Ändå förbrukar produktionen av förångat salt en mångfald av primärenergi jämfört med produktionen av bergsalt och solsalt (Fig. 1). Köldbärarmjukning före avdunstning och kristallisation garanterar att värmeöverföringen under köldbärarvärme inte hindras av avlagringar med hårdhetsbyggare på metalliska ytor, vilket minimerar energiförbrukningen.

När det är möjligt används kraftvärmeproduktion för att generera el och ånga, och högsta möjliga andel förnybar energi används. Produktion av bergsalt och solsalt kräver el, diesel, naturgas och olja. Uppenbarligen behövs mindre fossil energi för att producera solsalt än för utvinning av bergsalt och produktion av avdunstat salt. Det mesta av energin som krävs för att utvinna natriumklorid ur havsvatten eller saltlake är gratis. Havsvatten förångas av solens och vindens kraft [9, 10, 11].

Figur 1. Kumulativ energiförbrukning för att producera salter



2 maj 2023

7

SALTFORSKNING + KONSULTAT

7.2 Global uppvärmningspotential

Utsläppen av CO₂-ekvivalenter beror på andelen förnybar energi av den totala energiförbrukningen för saltproduktion (se tabell 5). Utsläppen från salttransporter utanför produktionsanläggningarna kan vara högre än vid produktion, beroende på transportsätt och transportavstånd. Långa transportsträckor har en skadlig effekt på en produkts ekologiska fördel på produktionsnivå [9, 10, 11]. Den lokala produktionen av salt i Sverige kräver inga långa transportvägar för salter från Tyskland, Nordafrika etc. Detta är en stor fördel.

Tabell 5. Koldioxidavtryck från saltproduktion ("vagga-till-port")

Salt typ	CO ₂ -ekv (kg/t salt)
Bergsalt	9-15
PDV-salt (MEE, MVR, omkristallisation)	18-160
Avdunstat salt (öppen panna)	
- Naturlig saltlake/spillvärme -	1.5
Levande ånga (naturgas) etc.	9900
Solsalt (utan kraftvärme, torkat med varmluft)	
- Lösning/brytning	5-10
- Saltlake från upplösning av stensalt på ytan	10-20
Havssalt	
- Våt	1.5
- Torkad (varmluft)	5-10

En livscykelbedömning av en processanläggning där flera olika salter (NaCl, KCl, CaCl₂) produceras genom fraktionerad kristallisation har ännu inte gjorts.

7.3 Övrigt

Följande argument förs mot stensalt i vintertjänst:

- Bildande av fint damm (på grund av vattenlösliga komponenter)
- Aggressivitet mot betong (på grund av hög sulfathalt)
- Ökat kloridinsläpp i mark och vatten (spridningsförluster i väggkanten kräver ökade spridningsmängder).

[11, 12, 13]

SALTFORSKNING + KONSULTAT

Litteratur (av WeTransfer)

- [1] Schweizer Rheinsalinen AG, *Optimale Salzlagerung in den Gemeinden*, Merkblatt zum Winterdienst, 2013.
- [2] Götzfried, F., *Ferrocyanides as anti-cake agents in road salt*, Kali und Steinsalz, Issue 01/2016, s. 24-30.
- [3] AkzoNobel BV, *Körstorleken bestämmer effektiviteten för vägen*.
- [4] AkzoNobel BV, *Korreistorleken är avgörande för uppförandet av wegenzout*, Wegenzout Magazine, Issue 01/2013, sid. 10-12.
- [5] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), *Optimierung der Anfeuchtung von Tausalzen*, Berichte der BASt, Heft V 156, 2007.
- [6] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), *Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn*, Berichte der BASt, Heft V 180, 2009.
- [7] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), *Untersuchungen zur FS50-Streutechnik*, Fachveröffentlichung der BASt (Schlussbericht), 2020.
- [8] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), *Untersuchungen zur FS50-Streutechnik*, Fachveröffentlichung der BASt (Anhänge), 2020.
- [9] Götzfried, F., *Global warming potential of avisningsmedel*, PIARC XVth International Winter Road Congress, Gdansk (PL), 2018.
- [10] Carbotech AG, *Ökobilanz Auftausalze*, Studie im Auftrag der Schweizer Salinen, Basel, 2019.
- [11] Schweizer Salinen AG, *Ökobilanz Auftausalze*, Zusammenfassung, 2019.
- [12] Salinen Austria AG, *Winterdienst*.
- [13] AkzoNobel BV, *Vision zum Thema Winterdienst*.

SALTFORSKNING + KONSULTAT

Bilaga – Kontakter

1. Vägunderhållsorganisationer

- Rijkswaterstaat (nederländska ministeriet för infrastruktur och vattenförvaltning):

Rini Donker, rini.donker@rws.nl

Wendy van Schijndel, wendy.van.schijndel@rws.nl

- Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Straßenbau und Verkehr

Josef Gattringer, josef.gattringer@ooe.gv.at

- Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (BVE), Tiefbauamt Nationalstrassen Betrieb (Gebietseinheit I), Autobahnwerkhof Bern (Schweiz)

Martin Röstli, martin.roesti@bve.be.ch

- Vejdirektoratet, danske vægdirektoratet

Tine Damkjaer, tida@vd.dk

2. Tillverkare av spridningsmaskiner

- Aebi Schmidt Nederland BV

Arjan Ruitkamp, arjan.ruitkamp@aebi-schmidt.com

- Epoke A/S Danmark

Kenny Roost Hansen Skødt, krhs@epoke.dk

Work Shop – Cirkulärt Salt

Upprättad 2023-06-15 av Heidi Andersson – Version 1

DATUM

2023-06-15 00:00

NÄRVARANDE

Christer Friggeråker

Friggeåkers Verkstäder

Ann-Sofie Borglund

Industriunderhåll

Kristina Bothin Pierlo

Industriunderhåll

Fredrik Eide

GC Rieber

Håkan Johansson

SMF Göteborg

Hawzheen Karim

ViaPM

Christer Andersson

ViaPM

Andreas Bäckström

Svevia

Martin Karlsson

Terranor

Håkan Johansson

SMF Göteborg

Mikael Larsson

Consalt

Björn Christensson

Peab

Pontus Jonasson

Rasco/Mähler

Mats Skoglund

Rasco/Mähler

Göran Blomqvist

Vti

Medverkar via Teams:

Per Green

Aebi. Schmidt

Mikael Johansson

Skanska

Dan Eriksson

Trafikverket

Klas Hansson

Trafikverket

David Nyberg

Rasco/Mähler

Program Workshop cirkulärt salt

20230615

09:30 Kaffe frilla mingel

10:00 Checka in, presentation av deltagarna

10:15 Projektet och vad är cirkulärt salt fysiskt, tillgång, framtiden och Miljöprestanda. FE,CA

10:30 System projekt "ALT salt" GB,FE

10:45 ISO standarden som beskriver Vacuumsalt som vägsalt FE

11:00 WS Deltagarnas erfarenheter och förväntningar av att arbeta med vacuumsalt, laget runt

- Vilka utmaningar har man mött och hur har man hanterat dem.
- Vilka möjligheter har man sett? Vad är bra med vacuumsalt
- Logistik och lagring av vacuumsalt
- Tillverka saltlösning
- Saltlösning användning på väg
- Teori/befuktad användning, Landsvägar – GC banor

12:00-13:00 Lunch

13:00 Fortsatt diskussion

14:00 Kaffe och kaka vid bordet

Summering

15:00 Slut

Bilagor: Presentation cirkulärt salt

Inledning av dagens Work Shop

Presentation av Fredrik Eide och Christer Andersson.

Presentation av projektet och Ash to Salt (se bilaga nr1)

Anläggningen i Bro (Norra Stockholm) finns idag och är den första i sitt slag. Ragn-Sell söker plats i södra Norden till nästa anläggning.

Deltagarna fick se och känna på 2 prover med vacuumsalt av 1% och 3% som skickades runt bland deltagarna.

Cirkulärt blir saltet i Ash to Salt en gång efter att det använts till vintersalt. Vintersalt blir "end of use".

Ytterligare

Konkurrens om salt och cirkularitet

Cirkulärt salt kan användas i vinterväghållning och dammbindning inom vägunderhåll. Salt har många användningsområden och egentligen är det bara inom födoämnesindustrin som man inte ser någon avsättning av cirkulärt salt. Inte för att det inte är tillräckligt rent utan mer känslan av dess ursprung. Detta gör att man framgent ser en konkurrens om det cirkulära saltet. Företagens miljöpolicy och myndigheters eventuella framtida miljökrav gör att cirkulärt salt har konkurrensfördelar gentemot bergsalt och havssalt inom flera områden.

Cirkulärt salt består av tre salter: Natriumklorid (NaCl), Calciumklorid(CaCl₂) och Kaliumklorid(KCl). Produktionen i Bro beräknas till:

- NaCl 7 000 ton (fine grade)
- KCl 3 500 ton
- CaCl 32 000 ton lake

Perstorp AB har produktion där man tar fram ca 2000 ton per år som paketeras i storsäck.

Ett av skälen att Cirkulärt salt är intressant är att man räknar med att tillgången på cirkulärt salt kommer att öka. Industrisatsningar som idag är i sin linda prognostiserar relativt stora volymökningar inom en 5-10 års period.

Många nya projekt gällande Cirkulärt Salt är på gång i Europa.

Alla salter som används och hanteras behöver Antibakmedlet Ferrocyanid. Det är inte miljöfarligt även om dess namn och rykte kan antyda det.

Vi använder i huvudsak bergsalt i Sverige av typ Grade F (Fine salt) idag. Våra maskiner är byggda för det. Norge och Danmark använder Grade M (Medium salt). Danmark och Norge har övergått de senaste åren till att allt mer använda havssalt. I Norge finns allt jämt efterfrågan på bergsalt i inlandsområden med sträng kyla.

Vid tillverkning av saltlösning är det viktigt vilket vatten man gör saltlösning av då det har stor inverkan på resultatet. Man skall ha klart för sig om vattnet man producerar saltlösning av är hårt eller mjukt. Mjukt vatten med mycket natriumjoner är lättare att producera saltlösning av än hårt vatten med mycket kalkjoner. Har man problem med hårt vatten kan man behöva avhärda det.

Vacuumsalt är extremt rent vilket är positivt vid tillverkning av saltlösning. Det ger få restprodukter i Saturatorerna och de får färre driftproblem och behöver sällan slamsugas. Det är ofta ett kostsamt arbete.

Peab har ett projekt att testa saltet från Bro i Driftområde Uppsala för bland annat tillverkning av saltlösning.

Det kan vara problem med finkornigheten när man producerar saltlösning då man kan få saltkoncentration på upp till 23%. Det finns då risk för åter kristallisering även vid inte allt för låga temperaturer.

Lagrar man saltlösning länge faller gips ut.

Tester visar att det inte fungerar att lösa upp vacuumsalt genom att tippa salt med skopa i saturatorn på samma sätt som med havssalt eller bergsalt. Det blir en klump med "rör" från munstyckena i bottenröret där vatten matas in. Det fungerar att pytsa i¹⁷ försiktigt.

Det finns anläggningar där man använder en matarskruv till att mata saturatorn. Den metoden har bäst förutsättning att bli automatisk.

I nuläget krävs mer manskap och manuell handpåläggning. När det är många personer inblandade uppstår felkällor. De volymer som nu är aktuella kräver rationella metoder för hanteringen.

Löslighet för salt är snabbast vid fraktioner av 1,5 – 3,0 mm. Även omrörning har betydelse för lösligheten.

Det kommer fler blandade salter för vägunderhåll på marknaden. Stena har anläggning i Köpenhamn där man får ut blandade salter. Även gjuterier får saltblandningar som restprodukter. Liknar ganska mycket "Karlstadslaken".

Det pågår också tester och forskning med blandade salter. Vi får på detta möte information om projektet ALTSALT av Göran Blomqvist, Vti och Fredrik Eide. Detta syftar till att ta fram mer effektiva produkter för vinterväghållning. En ytterligare effekt av detta är att man inte bara använder cirkulär NaCl utan även får avsättning för den cirkulära Kalciumkloriden inom vinterväghållning.

Det kan finnas 5 till 8 småproducenter av restprodukter (salt i olika former) i Sverige. De har 1000 till 2000 ton saltlösning per enhet. Om dessa enheter har låg koncentrationen går det att spetsa lösningen till önskvärd koncentration.

Mikael Larsson från Consalt lyfter vikten kommunikationen mellan alla som ingår i ekosystemet är viktig för att lösa de utmaningar som finns med att använda cirkulärt salt. De som ingår i ekosystemet är i första hand:

- tillverkare av saturatorer
- Tillverkare av saltspridningsmaskiner
- Användare av saltspridningsmaskiner (Åkare)
- Saltproducenter
- Saltgrossister
- Väghållare
- Driftentreprenörer

Consalts saturator är inte på något sätt specialanpassad för att kunna användas till vacuumsalt. Det har dock visat sig att den fungerar bra för ändamålet. Dock sker det med ganska mycket manuell hantering. Precis som andra saturatorer så behövs viss manuell hantering. Mikael presenterar bilder från när man lastar saturatorn i Göteborg.



Saltet kommer i storsäck från Perstorp. Man hänger en storsäck med salt i gafflarna på en teleskoptruck och skär sedan ett hål i botten på storsäcken som är lagom stort. Sedan får teleskoptrucken fördela saltet i matarträget. Saltet får rinna genom ett galler som har maskor på 50 ggr 50 mm. Det fördelar saltet bra och lösa klumpar tappar sin struktur.

Ann-Sofie och Kristina från Industriunderhåll i Karl Gustav som tillverkar Saturatorn SL 30 lyfter att det är en känslig process. Därför är det viktigt med en operatör. Det erfor Mesta för några år sedan när de hade Driftområde Helsingborg. Funktionen på processen var väldigt personberoende.

Martin Karlsson, Terranor använder vacuumsalt från Perstorp salt för tillverkning av lake. Kornhalten och hur man portionerar är viktigt. Terranor har tidigare testat att sprida torrt vacuumsalt och deras erfarenhet är att det beckar sig fast i skruvarna. Minimikrav är att ha dubbelskruv men det fungerar inget vidare att sprida som torrt.

Logistiken är viktig. Det är inte rationellt att hantera så stora volymer i Big bag. Säckarna var ibland stenhårda. Man fick lägga ut och knusa sönder saltet med hjullastare. Något hade hänt vid lagringen eller hanteringen. Hanteringen liknar mycket hanteringen av CaCl för dammbindning. Vacuumsaltet var billigt eller nästan gratis när vi började. Det kunde kompensera den ökade hanteringskostnaden.

I Driftområde Söderslätt använder Terranor metoden att mata med en skruv från en liten silo, det fungerar bra.

När man skall använda en produkt som vacumsalt som kräver lite extra engagemang är det viktigt att gruppen som skall använda produkten är motiverade. Organisationen är mycket viktig.

Dan Eriksson lyfter att Trafikverket behöver vara delaktiga i riskhanteringen. Man har testat SL30 och Epomix, det fungerade i båda. Man körde med två lagringstankar, typ sedimentationstank.

Björn Christensson från Peab: Peab kommer att testa torrt och i Saturator. En viktig motivator för Peab är att det är varumärkesbyggande med Cirkulärt Salt. Björn vill ha en stabil resursförsörjning av salt. Med så här stora volymer behöver saltet hanteras i bulkform. Det finns risk för överkoncentrerad lake.

Mähler är relativt ny agent för Rasco och man har inte några direkta erfarenheter av att använda vacuumsalt på den svenska marknaden. Dock har Rasco saltspridningsmaskiner med matningssystem av kedja, skruv och band. Man verkar också på andra europeiska marknader med vacuumsalt så Rasco har erfarenhet av att sprida vacuumsalt. Mähler återkommer hur det hanteras på kontinenten.

Svevia har testat vacuumsalt men man behöver större volymer. I framtiden kan cirkulärt salt kanske utgöra ca 20–25% av den totala saltförbrukningen.

Mikael Larsson på Consalt och LP Entreprenad kör idag en saturator i Göteborg för företrädesvis Göteborgs kommun. Det fungerar bra. Man blandar sjösalt, bergssalt och vacuumsalt. Man har även testat torrtvacuumsalt i Hilltipspridare. Det har fungerat men det är inte utvärderat fullt ut ännu.

Hilltip är en mindre saltspridare för främst mindre flakbilar och pickupper. Själva behållaren till saltet är i plastmaterial. Det borde vara positivt då saltet inte har samma förutsättningar att fastna i behållarens väggar. Rostiga spridare kan kanske vara ett problem.

Vi kan konstatera att i denna WS finns behov av mer kunskap och utföra tester med vacuumsalt för att ta frågan vidare.

Kan man påverka resultatet och användbarheten av vacuumsalt vid laketillverkning genom att styra väntetid och start, kanske skall man sänka tillverkningshastigheten. Det är en utmaning. Kanske kan man testa i samarbete med SMF Göteborg? spridningsbild, kalibrering mm.

Christer Friggeråker (Falköpingspridarna) har deltagit i Statens vegvesens FoU projekt "Etatsprogram Vinterdrift" tester i Norge under perioden 2013–2017. Utifrån dem menar han att man kanske kan lägga torrt på GC, men förmodligen bäst med mixer.

Under de försöken sades man ha många problem med saltspridarna. Det togs fram en speciell omrörare som visas i bilden nedan. Den är avsedd att användas då man sprider vacuumsalt. Christer känner inte till att man haft problem med vacuumsalt när man använder omrörare.

Det norska projektet visar att vacuumsaltets utmaningar är både maskinellt och lagringsförfarandet. Christer anser att vacuumsaltet fungerar i en Falköpingspridare med omrörare om fukthalten är under 3%. Helst skall det vara närmare 1,5%.

Omrörare för svårt material, ny typ



Att sprida saltet torrt på väg ställer Christer Friggeråker sig tveksam till. Befuktat med mixer borde gå bra det blir sk. slurry. Snabbare reaktion kan förväntas. Passar troligen på GC. Små korn ger smala bredder. Befuktning troligen 50-50. En önskan från producentledet är lägre fukthalt, gärna mot 1,5%. Lagring i kyla har varit problem i Norge. Det är sannolikt ett mindre problem i t ex Göteborg eller Malmö.

För tillverkning av saltlösning borde det gå bra. Partikelproblematiken kanske kan lösas med intermittent produktion?

Terranor tillsatte en färskvattentillförsel för att kunna hantera en hög koncentration.

Normalt fungerar det att sprida befuktat med en standardspridare med omrörare.

Vibrationer packar troligen saltet på ett negativt sätt.

Fuktigt salt kan var problem då det kan frysa mot kalla stålväggar i tråget. Kan dubbla bottnar hjälpa till **mot** kalla väggar? Dubbla väggar och återvinning av motoravgaser från lastbilen skulle kunna vara en lösning. En billig lösning kan vara att sätta ett sidokapell.

Göran Blomquist säger att Vti ännu inte har jobbat med Cirkulärt Salt/vacuumsalt men det finns ett stort intresse.

Kan man använda det väldigt jämnt och med låga doser, så att den inte packas och blir till is.?

Håkan Johansson, från SMF Göteborg, ser problem med fastighetsägaransvar. Staden tar inte över det, då det blir så många avtal att förhålla sig till.

Stockholm har tagit över fastighetsägaransvaret i centrala staden.

Väldigt viktigt med kompetensen och motivationen för organisationer som testar och använder ny utrustning och nya produkter.

Problem med låg erfarenhet av vacuumsalt i yrkeskåren. Att skapa kommunikation mellan Saturator-tillverkarna och spridartillverkarna är en förutsättning för att lösa vacuumsaltets utmaningar. Det blir problem om man byter salt under produktionen. Allt måste vara helautomatiskt.

Håkan ser potential att använda vacuumsaltet på GC vägnätet där hastigheterna inte är höga. Vilka doser kan man tänka sig på GC-banorna?

Fredrik Eide slår ett slag för saltmall i Vti´s rapport/handbok Cykelcentrum av Anna Niska med flera.

Vad är positivt med Cirkulärt Salt(hela gruppen)

Finkornigt material med snabb verkan på GC

Framtida krav på miljö i upphandlingar

Man ser på hela livscykeln

Miljöpåverkan:	Är det farligt för växter?
	Totala cirkulära förloppet
	CO2 utsläpp, livskedjan
	Cirkulärt salt är renare

Minskar material som ska till Deponier.¶

Mer självförsörjande på salt¶

Vi behöver kunna använda fler produkter för vinterväghållning.¶

Rätt metod utifrån förutsättningarna¶

Konsekvens om vi inte använder det¶

Bättre att vara proaktiv och lösa det innan det ställs krav.¶

Synpunkter från gruppen på dagens Work-Shop¶

"Det hade varit roligare att vara på plats. Det har varit en bra dag".¶

"Jätteintressant, stor nytta om vi tar hand om det på rätt sätt".¶

"Lärt mer än bidragit. Angeläget ämne. Viktigt med bra resultat".¶

Bra att samla folk från branschen. Bra med parterna som bidrar med pusselbitar.¶

Saltets påverkan på maskinerna är så stor.¶

Väl investerad tid. Ger mersmak.¶

Jättebra. Kul att vara med i framkant.¶

Roligt att vara med. Man blir lite nördig.¶

Intressant – lite utanför min box.¶

Plogning måste vara effektiv och det skall vara så lite som möjligt att salta bort.¶

Väldigt lärorikt och intressant.¶

Bra med bredden på deltagarna.¶

Bra att veta vad vi skall göra.¶

Viktigt med Tvärfunktionella grupper.¶

Att åter bli "världsmästare" på vinterväghållning.¶

Vid protokollet Christer Andersson¶

10.3 Lista på referenser från litteraturundersökningen.

Arvidsson et al. 2022, NVF rapport, Vinterväghållning i de nordiska länderna: statusrapport 2022.

Arvidsson et al. 2020, NVF rapport, Vinterväghållning i de nordiska länderna: statusrapport 2020.

Arvidsson et al. 2018, NVF rapport, Vinterväghållning i de nordiska länderna: statusrapport 2018.

Knudsen et al. 2016, NVF rapport, Vintertjeneste i de nordiske land : : litteraturoversikt 2016 : oversikt over aktuelle nordiske rapporter etter 2000.

Badelt & Moritz 2009, Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst.

Badelt, Horst 2007, Optimierung der Anfeuchtung von Tausalzen.

Vejdirektoratet 2003, COLA : : glatførebehandling med COmbi- og LAgesspredere (Odense kommune).

Vejdirektoratet 2003, Fugtsalt kontra saltlage på motorvej.

Knudsen, Freddy 2000, The Danish winter management system, KFB & VTI forskning/research.

Knudsen, Freddy 1998, The Danish winter management system, Winter road congress. 1998 Xth PIARC international.

Goetzfried & Badelt 2002, The effectiveness of different de-icing salts, XIth international winter road congress 2002, Sapporo [Japan].

Martinelli & Blackburn 2001, Anti-icing operations with prewetted fine-graded salt, Transportation Research Record.

Roos, Schlund & Böhm 1997, Optimaler Fahrzeugeinsatz im Winterdienst auf Bundesautobahnen, Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik.

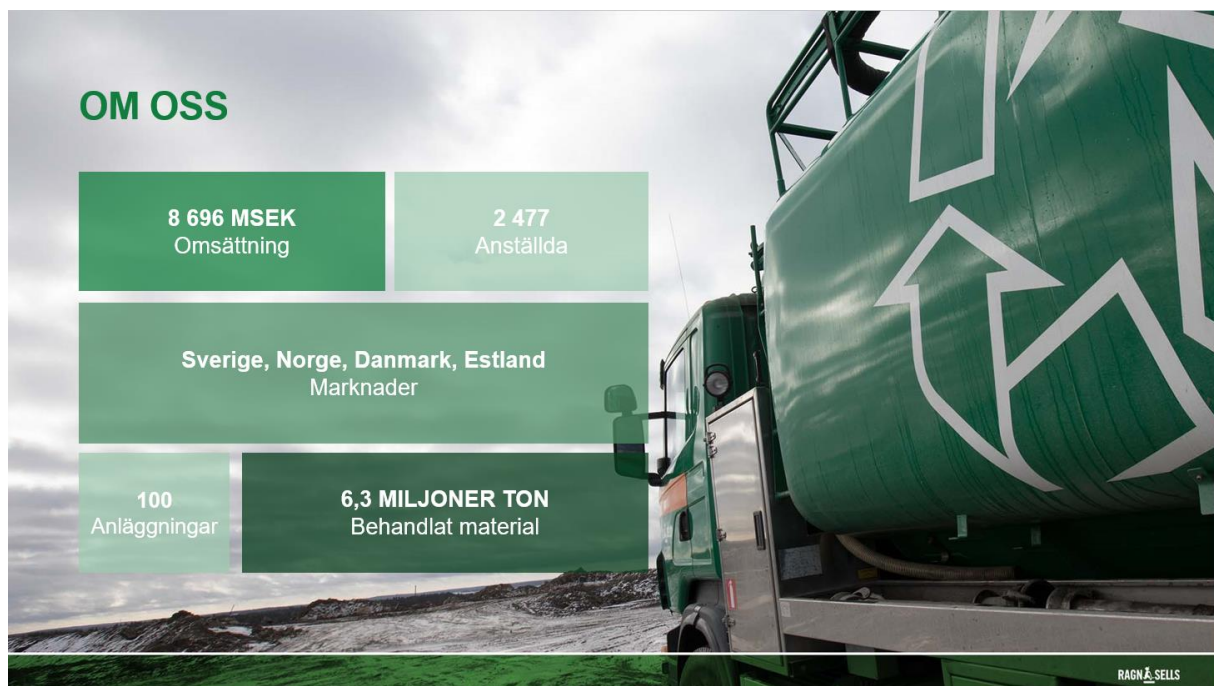
Larsen, Johansen, Lofthaug 1996, Utprøvning av salttyper for bruk i vintervedlikeholdet, Nordiska vägtekiska förbundet. NVF rapport 4:1996.

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen. FGSV 002/46, 1993, Strassenbetriebsdienst.

Vejdirektoratet 1992, Vintertjeneste for primære veje : : Stade och udviklingsmuligheder, Vejdirektoratet.

Durth & Hanke 1991, Feuchtsalz-Streuung im kommunalen Strassendienst, Der Städtetag.

10.4 Bildspel från studiebesök Ash2Salt, RagnSells 231004.





ISSA MAY 2016/2022 v1.0

ISSA MAY 2016/2022 v1.0

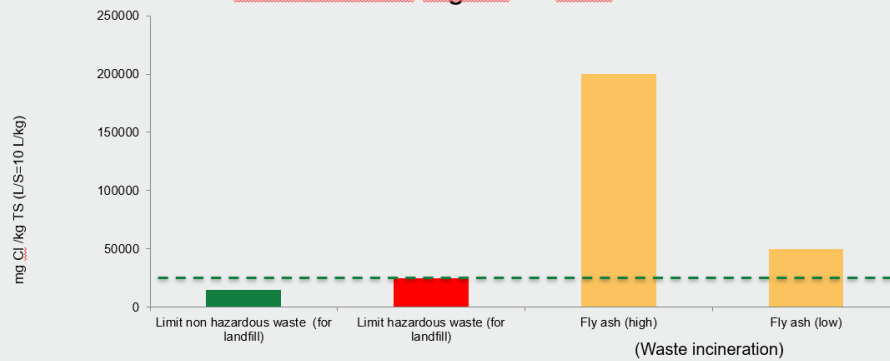


BAKGRUND

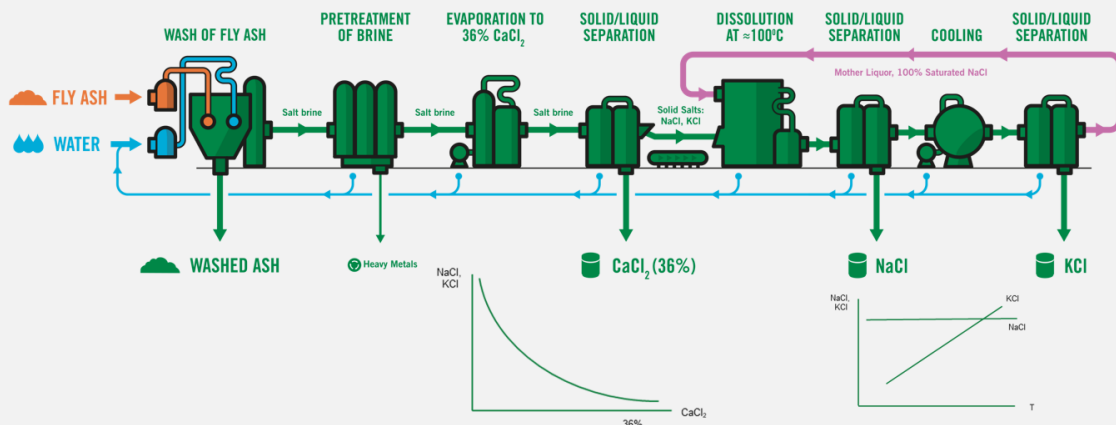
- Under 1990-talet använde Ragn-Sells kolaska från ett koleldat värmekraftverk i Stockholm för att solidifiera och stabilisera flygaska från avfallsförbränning.
- I början på 2000-talet påbörjades skiftet från koleldning i industrin och hårdare lagstiftning för deponi inom EU resulterade i att alternativa behandlingsmetoder för flygaska från avfallsförbränning utreddes.

ASKAN HAR EN HÖG SALTHALT

- Salthalt i flygaska från avfallsförbränning kan vara upp till 40%
 - Ca 50% av kloridsalterna utgörs av Klor



RAGN SELLS



ASH2®SALT

RAGN SELLS

EasyMining
Part of Ragn-Sells Group



8

RAGN & SELLS

ASH2SALT – PRODUCTS FROM THE PROCESS

- Potassium chloride – Fertiliser, industrial applications
- Sodium chloride – Industrial processes and de-icing
- Calcium chloride – Dust control, industrial applications
- Ammonium sulphate - Air pollution control/fertiliser

Potassium chloride and sodium chloride are of technical/industrial quality (>99% purity)

Quantities for the Ash2Salt plant at Högbypörp:

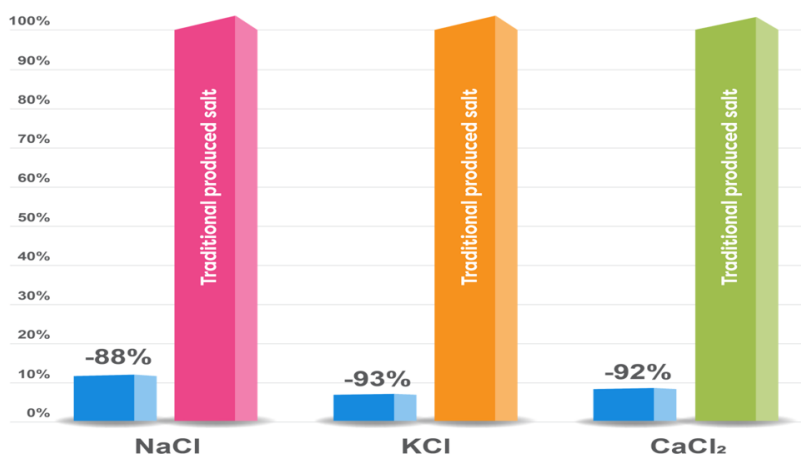
- Potassium chloride – 3 500 ton (dry)
- Sodium chloride – 7 000 ton (dry)
- Calcium chloride – 32 000 ton (36%)



APC residues and recovered sodium chloride

RAGN & SELLS

SALTERNAS CO₂Eq JMF MED KONVENTIONELL PRODUKTION



RAGN SELLS

FÖR ENERGIBOLAG

- Tryggt och långsiktigt hållbart omhändertagande av flygaskorna
 - Tillstånd och kapacitet är tryggad lång tid framöver
 - Inga problem med exporttillstånd eller ev. stängda gränser
 - Robust teknik –klarar variationer av askornas egenskaper
- Återvinning av 10-40% av askan till nya produkter, målsättningen är 99% resursåtervinning
- Stärker “Avfallsförbränningens roll i ett cirkulärt samhälle”
- Trygghet i att inga avbrott i leveransen sker
 - Askkan kan lagras vid planerade och oplanerade driftstopp
- Lösningen finns upphandlad och tillgänglig via ramavtal med Sinfra

RAGN SELLS

DRIFTSÄTTNINGEN

Skiftgång från 17/10 (6*2)

Driftsatt Asktvätten

Oktober-November

Intrimning Asktvätt

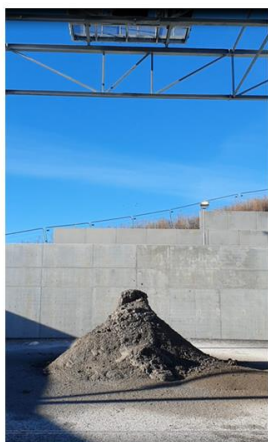
Verifiering signaler och styrning

Test av system och utrustning

December

Driftsättning & Intrimning

Vattenrening



Januari-Februari

Driftsättning Ångsystem och

Varma processer

Mars-Maj

Verifiera kvalitet på Salt, Tvättrest, Vatten, etc

Juni-

Starta produktion

PRODUKT



ELEKTRIFIERADE ASKTRANSPORTER

- En av världens första *riktigt tunga* helt eldrivna lastbilar
- Asktransporterna mkt lämpliga att elektrifiera
- Samarbete Ragn-Sells, Scania och Foria



18

RAGN & SELLS

Ash2Salt Högbytorp

- Capex ~70 M€
- Received 50 MSEK (~4,2 M€) from Klimatklivet.
- Capacity 150 000 ton ash/yr
- Inaugurated April 2023 - commissioning ongoing
- Invention by Ragn-Sells & Easy Mining
- Construction by Hitachi Zosen Inova
- Partners for sales of Salts: GC Rieber Salt

Subhead (optional)

19

RAGN & SELLS