



Statens vegvesen

Salt SMART - Ap 1.6
Mekanisk fjerning av snø og is
Testing av ulike typer ryddeutstyr

RAPPORT

Teknologiavdelingen

nr: 2558



Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen
Juni 2009



Statens vegvesen

**Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen**

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 22 07 35 00

www.vegvesen.no

TEKNOLOGI-RAPPORT nr. 2558

Tittel

Salt SMART – Ap 1.6 Mekanisk fjerning av snø og is

Tester av ulike typer ryddeutstyr

Utarbeidet av

SINTEF Teknologi og samfunn
avdeling Transportforskning

Dato:

Juni 2009

Saksbehandler

Anders Svankil

Prosjektnr:

600657

Kontrollert av

Åge Sivertsen

Antall sider og vedlegg:

84

Sammendrag

Et av delprosjektene i Salt SMART går på å forsterke mekanisk rydding i kombinasjon med redusert saltbruk, og utstyrstestene som er utført vinteren 2009 hadde som hovedhensikt å finne fram til egnet utstyr som kan benyttes på definerte strekninger i to kontraktsoner. Uttestingen omfattet følgende utstyrsenheter:

- Ombygd RSS 200, etterhengende kost, levert av Øveraasen AS
- Modifisert høvel med en "grind" med slapseskjær av gummi, levert av Pon Equipment/Tellefsdal
- Jet Broom, komplett utstyr med plog, børste, blåsefunksjon og saltspreder fra Boschung
- Slapsekaren, etterhengende kost og saltløsningsspreder, tilhørende Statens vegvesen

Alle fire utstyrsenheter ble testet på kram snø og slaps på plant asfaltdekke på Vålerbanen 3. – 5. mars. Enhetene fra Øveraasen og Pon Equipment/Tellefsdal ble i tillegg testet på sporslitt veg (opp til 80 mm) på Fv 544 ved Elverum 31. mars.

Vurdert ut fra ryddeevnen på slaps, må alle utstyrsenheter som ble testet på Vålerbanen gis godkjent karakter på plant underlag. Ut fra resultatene på sporslitt veg, ser høvelen fra Pon Equipment påmontert slapsegrind ut til å takle spor opp til 50-60 mm på en meget tilfredsstillende måte. Øveraasen ser imidlertid ikke ut til å være helt i mål med sitt kostkonsept, og bør også se nærmere på den totale løsningen inkludert frontplogen for å optimalisere ryddeevnen på sporete veg.

Manøvreringstesten som ble utført konkluderer med at utstyrene som ble testet på Vålerbanen vil være manøvreringsdyktige på ett vegnett som er i henhold til håndbok 017.

Summary

One of the sub-projects in the Salt SMART project is focusing on reinforcing mechanical removal of snow and slush in combination with reduced salt usage, and the equipment tests carried out the winter 2009 had as the main purpose to find suitable equipment to be used on two specific road sections in two contract areas. The tests comprised:

- Reconstructed RSS 200, trailer with tow behind brush from Øveraasen LTD
- Modified grader with a grid with slush blades of rubber, delivered by Pon Equipment LTD/Tellefsdal LTD
- Jet Broom from Boschung LTD, complete equipment with plough, brush, blow function and salt spreader
- Slapsekaren, trailer with two brushes and salt spreader, belonging to Public Roads Administration

All four units were tested on sticky snow and slush on Våler test track March 3rd to 5th. The units from Øveraasen LTD and Pon Equipment LTD/Tellefsdal LTD were additionally tested on a local road near by Elverum with tracks up to 80 mm on March 31st.

Evaluated from the capacity to remove slush, all units tested on the Våler test track is given approved character on an evenly road surface. From the results gained on worn road surface with deep tracks, the grader from Pon Equipment LTD with the slush grid from Tellefsdal LTD seems to handle tracks up to 50-60 mm on a very satisfactory way. Øveraasen LTD seems however not to be at the target with their brush concept, and should also look into the total solution including the front mounted plough to improve the clearing capacity on rutted roadways.

The conclusion from manoeuvre tests carried out is that all units tested on the Våler test track will be within the requirements in the design guidelines for highways.

Emneord:

Vinterdrift, kosteutstyr, slapsefjerning



SINTEF Teknologi og samfunn
Transportforskning

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: S P Andersens veg 5
7031 Trondheim
Telefon: 73 59 03 00
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Salt SMART – Ap 1.6 Mekanisk fjerning av snø og is
Tester av ulike typer ryddeutstyr

FORFATTER(E)

Torgeir Vaa, Anders Svanekil

OPPDRAGSGIVER(E)

Vegdirektoratet, Teknologiavdelingen i Trondheim

RAPPORTNR. SINTEF A11539	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Støtterud	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04659-5	PROSJEKTNR. 50348300	ANTALL SIDER OG BILAG 84
ELEKTRONISK ARKIVKODE A11539_Rapportforside.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa <i>Torgeir Vaa</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Terje Giæver <i>Terje Giæver</i>	
ARKIVKODE 503483	DATO 2009-06-03	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Roar Norvik, fung. forskningssjef <i>Roar Norvik</i>	

SAMMENDRAG

Et av delprosjektene i Salt SMART går på å forsterke mekanisk rydding i kombinasjon med redusert saltbruk, og testene som er utført vinteren 2009 hadde som hovedhensikt å finne fram til egnet utstyr som kan benyttes på definerte strekninger i to kontraktsoner. Uttestingen omfattet følgende utstyrsenheter:

- Ombygd RSS 200, etterhengende kost fra Øveraasen AS
- Modifisert høvel med en "grind" med slapseskjær, levert av Pon Equipment/Tellefsdal
- Jet Broom fra Boschung, komplett utstyr med plog, børste, blåsefunksjon og saltspreder
- Slapsekaren, etterhengende kost og saltløsningsspreder tilhørende Statens vegvesen

Alle fire utstyrsenheter ble testet på kram snø og slaps på plant asfaltdekke på Vålerbanen 3. – 5. mars. Enhetene fra Øveraasen og Pon Equipment/Tellefsdal ble i tillegg testet på sporslitt veg på Fv 544 ved Elverum 31. mars.

Vurdert ut fra ryddeevnen på slaps, må alle utstyrsenheter som ble testet på Vålerbanen gis godkjent karakter på plant underlag. Ut fra resultatene på sporslitt veg, ser høvelen fra Pon Equipment påmontert slapsegrind ut til å takle spor opp til 50-60 mm på en meget tilfredsstillende måte. Øveraasen ser imidlertid ikke ut til å være helt i mål med sitt kostkonsept, og bør også se nærmere på den totale løsningen inkludert frontplogen for å optimalisere ryddeevnen på sporete veg.

Manøvreringstesten som ble utført konkluderer med at utstyrene vil være manøvreringsdyktige på ett vegnett som er i henhold til håndbok 017.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Vegtrafikk	Road Transport
EGENVALGTE	Vinterdrift	Winter Maintenance
	Snørydding	Snow Clearing

Innhold

SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	5
1.1 BAKGRUNN	5
1.2 HENSIKT	5
1.3 INNBYDELSE TIL Å DELTA I TESTER AV SPESIALUTSTYR FOR SNØRYDDING	6
2. TESTOPPLEGG	8
2.1 UTSTYR SOM INNGIKK I TESTENE	8
2.2 ØVRIG UTSTYR	14
2.3 TESTOMRÅDE	16
2.4 HVA BLE TESTET	17
2.5 MÅLINGER	17
2.6 PREPARERING	19
2.7 GJENNOMFØRING AV TESTENE	21
2.7.1 3. mars	21
2.7.2 4. mars	22
2.7.3 5. mars	22
2.7.4 31. mars	22
3. RESULTATER	23
3.1 GENERELT	23
3.2 STØYMÅLINGER	23
3.3 MANØVRERINGSTESTER	23
3.4 MÅLING AV RESTSNØ OG EFFEKTIVITET	28
3.4.1 Forsøk på kram snø	28
3.4.2 Forsøk på slaps	29
3.5 OPPSUMMERING FRA TESTENE PÅ VÅLERBANEN	33
3.6 TEST PÅ SPORSLITT VEG MED HØVEL FRA PON EQUIPMENT OG RSS 200 FRA ØVERAASEN	37
3.7 ANDRE TESTER	42
3.7.1 Testen sesongene 1991/92 og 1992/92	42
3.7.2 Testen på Raufoss	42
3.8 OPPSUMMERING	44
LITTERATURLISTE	46
VEDLEGG 1: TESTER TIRSDAG 3. MARS	47
VEDLEGG 2: TESTER ONSDAG 4. MARS	55
VEDLEGG 3: TESTER TORSDAG 5. MARS	67

Sammendrag

Etatsprosjektet Salt SMART er delt inn i følgende arbeidspakker:

- Arbeidspakke 1: Salt - metoder for redusert saltbruk
- Arbeidspakke 2: Miljøkonsekvenser av salt og alternative metoder
- Arbeidspakke 3: Styring / policy

Hver arbeidspakke er videre delt inn i delprosjekt. Prosjektet ”Mekanisk fjerning av snø og is” inngår som delprosjekt 6 i arbeidspakke 1. Målet med dette delprosjektet er å utvikle et konsept for bar veg strategi med redusert saltbruk i kombinasjon med forsterket mekanisk rydding. FoU-delen ligger i tilknytning til utvikling av egnet brøyte-/ryddeutstyr.

Utprøvingen av forbedret ryddeutstyr vil skje på E39 langs Brusdalsvatnet som er drikkevannskilde for Ålesund samt på Rv 3 fra Elverum og nordover forbi et vanninntak i Glomma som leverer vann til Elverum kommune. Med de hensyn som er satt til å ivareta hensyn til vannkvalitet er det en overordnet føring for prosjektet at mest mulig av snø og is skal være fjernet før det legges på salt. Målet er samtidig at det skal oppnås en standard tilsvarende strategi bar veg.

Begge prøvestrekningene inngår i kontrakter som har oppstart 1. september 2009. Innenfor hver kontrakt er det krav om bruk av spesialutstyr på en nærmere definert strekning. Det er forutsatt at byggherren inngår kontrakt med leverandør av aktuelt utstyr, og at entreprenøren står for driftingen etter nærmere instruks som er vedlegg til kontraktene.

Som ledd i prosessen med å finne fram til egnet ryddeutstyr for mekanisk fjerning av snø og slaps, er det gjennomført tester av følgende utstyr på ettervinteren 2009:

1. Slapsekaren, etterhengende kost og saltløsningsspreder. Tilhørende Statens vegvesen og til daglig stasjonert i Egersund
2. Jet Broom fra Boschung, komplett utstyr med plog, børste, blåsefunksjon og saltspreder. Hentet inn til testen i samarbeid mellom Veima AS og Boschung i Sveits
3. Ombygd RSS 200, etterhengende kost fra Øveraasen AS
4. Modifisert høvel med en ”grind” med slapseskjær der høvelskjæret normalt sitter, levert av Pon Equipment i samarbeid med Tellefsdal AS

Alle de fire utstyrene ble testet på snø og slaps på Vålerbanen på et jevnt asfaltdekke 3.-5. mars. På slaps ble det kjørt med ulike slapsmengder og ulike hastigheter. 31. mars ble det gjort en ny test med utstyrsenhetene fra Øveraasen og Pon Equipment på sporslitt veg for å se hvordan asfaltspor påvirker ryddeevnen.

På Vålerbanen var Slapsekaren den enheten som varierte mest i yteevne og som også kom dårligst ut totalt sett. For RSS 200 avtok ryddeevnen med økende hastighet. Jet Broom derimot presterte jevnt bra helt opp til 50 km/t. Når det gjelder høvelen med slapsegrind ga den meget gode resultater på slaps under alle hastigheter.

Det må presiseres at høvelen hadde gjennomgående lavere hastighet enn de andre utstyrsenhetene (5-10 km/t).

Testene 31. mars ble foretatt på Fv 544. Vegdekket var så sporslitt at testbetingelsene var meget krevende, og stod i stor kontrast til de ideelle forholdene en hadde på Vålerbanen. På et vegdekke av en så dårlig standard som på Fv 544 er det sannsynlig at type plog og plogskjær vil påvirke sluttresultatet, men dette ble ikke undersøkt nærmere.

Felles for begge utstyrsenhetene som ble testet 31. mars er at effektiviteten faller med økende spordybde, men vesentlig mer for utstyret fra Øveraasen enn for høvelen fra Pon Equipment. Dersom man ser på effektivitet i forhold til spordybde så ga begge utstyrene relativt gode resultater for 15-20 mm spor, men ved 50-60 mm spor så fungerte høvelen fra Pon Equipment mye bedre enn utstyret fra Øveraasen. Det ble ikke testet på spor mellom 20-50 mm, men det er ikke noe som tyder på at dette ville gitt resultater som endrer inntrykket av at løsningen med slapselameller påmontert en grind er et effektivt rydderedskap for fjerning av slaps.

Vurdert ut fra ryddeevnen på slaps, må alle utstyrene som ble testet på Vålerbanen gis godkjent karakter på plant underlag. Ut fra resultatene på sporslitt veg, ser høvelen fra Pon Equipment påmontert slapsegrind ut til å takle spor opp til 50-60 mm på en meget tilfredsstillende måte. Øveraasen ser imidlertid ikke ut til å være helt i mål med sitt kostekonsept, og bør også se nærmere på bredden mellom hjulene som støtter opp børsten, samt frontplogen for å optimalisere ryddeevnen på sporete veg.

Manøvreringstesten som ble utført konkluderer med at utstyrsenhetene ene vil være manøvreringsdyktige på ett vegnett som er i henhold til håndbok 017.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Etatsprosjektet Salt SMART er delt inn i følgende arbeidspakker:

- Arbeidspakke 1: Salt - metoder for redusert saltbruk
- Arbeidspakke 2: Miljøkonsekvenser av salt og alternative metoder
- Arbeidspakke 3: Styring / policy

Hver arbeidspakke er videre delt inn i delprosjekt. Prosjektet ”Mekanisk fjerning av snø og is” inngår som delprosjekt 6 i arbeidspakke 1. Målet med dette delprosjektet er å utvikle et konsept for bar veg strategi med redusert saltbruk i kombinasjon med forsterket mekanisk rydding. FoU-delen ligger i tilknytning til utvikling av egnet brøyte-/ryddeutstyr.

1.2 Hensikt

Utprøvingen av forbedret ryddeutstyr vil skje på E39 langs Brusdalsvatnet som er drikkevannskilde for Ålesund samt på Rv 3 fra Elverum og nordover forbi et vanninntak i Glomma som leverer vann til Elverum kommune. Med de hensyn som er satt til å ivareta hensyn til vannkvalitet er det en overordnet føring for prosjektet at mest mulig av snø og is skal være fjernet før det legges på salt. Målet er samtidig at det skal oppnås en standard tilsvarende strategi bar veg.

Begge prøvestrekningene inngår i kontrakter som har oppstart 1. september 2009. Innenfor hver kontrakt er det krav om bruk av spesialutstyr på en nærmere definert strekning. Det er forutsatt at byggherren inngår kontrakt med leverandør av aktuelt utstyr, og at entreprenøren står for driftingen etter nærmere instruks som er vedlegg til kontraktene.

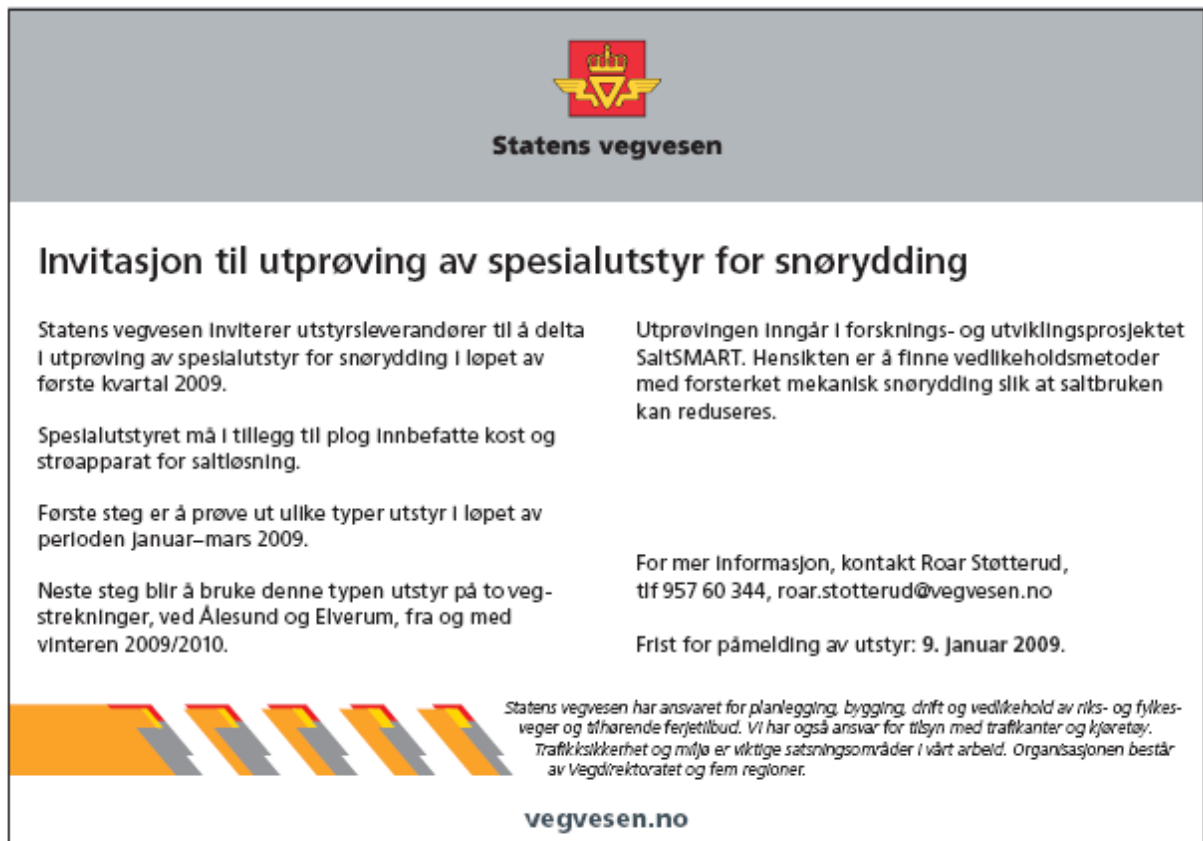
Basert på tidligere erfaringer ble det i utgangspunktet tatt en beslutning om at grunnkonseptet for mekanisk utstyr skulle være en trekkvogn med frontmontert plog, og henger med kost og bakmontert strøpparat for saltløsning. Dvs. et utstyr som kan betegnes som en vegsweeper.

For beregning av entreprenørens kostnader med drifting av sweeperen er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Arbeidsbredde for kost ca 3,2 meter
- Arbeidshastighet opp til 40-45 km/t
- Saltspreder på sweeper
- Henger med sving bak og egen motor på ca 180 hk for drift av børsten
- Ca 10 m³ tank for saltløsning på trekkvogn

1.3 Innbydelse til å delta i tester av spesialutstyr for snørydding

Som første trinn i anskaffelsen av utstyr ble det besluttet å gjennomføre en utstyrstest februar-mars 2009. For å få oversikt over markedet og gi alle leverandører av egnet utstyr anledning til å melde inne utstyr for uttesting ble det rykket inn en annonse i Våre Veger som er gjengitt i Figur 1-1.



Statens vegvesen

Invitasjon til utprøving av spesialutstyr for snørydding

Statens vegvesen inviterer utstyrsleverandører til å delta i utprøving av spesialutstyr for snørydding i løpet av første kvartal 2009.

Utprøvingen inngår i forsknings- og utviklingsprosjektet SaltSMART. Hensikten er å finne vedlikeholdsmetoder med forsterket mekanisk snørydding slik at saltbruken kan reduseres.

Spesialutstyret må i tillegg til plog innbefatte kost og strøpparat for saltløsning.

Første steg er å prøve ut ulike typer utstyr i løpet av perioden januar-mars 2009.

Neste steg blir å bruke denne typen utstyr på tovegstrekningslinjer, ved Ålesund og Elverum, fra og med vinteren 2009/2010.

For mer informasjon, kontakt Roar Støtterud, tlf 957 60 344, roar.stotterud@vegvesen.no

Frist for påmelding av utstyr: 9. januar 2009.

Statens vegvesen har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesveger og tilhørende ferjetilbud. Vi har også ansvar for tilsyn med trafikkanter og kjøretøy. Trafikksikkerhet og miljø er viktige satsningsområder i vårt arbeid. Organisasjonen består av Vegdirektoratet og fem regioner.

vegvesen.no

Figur 1-1: Annonse med invitasjon til å delta i utprøving av utstyr

I tillegg til annonsen ble disse firmaene direkte tilskrevet:

- Øveraasen AS
- Schmidt Norge AS
- Hesselberg AS
- Veim AS
- Sigurd Stave Maskin AS
- Tellefsdal AS
- Grindvold AS
- Asfalt og Betongsmaskiner AS
- Pon Equipment AS

Alle leverandørene fikk tilleggsinformasjon i form av et brev hvor det var satt opp følgende kravspesifikasjon:

- Arbeidsbredde ca 3,2 meter
- Arbeidshastighet opp til 40-45 km/t
- Skråstilling av børste under transport slik at transportbredden ikke overstiger 2,55 meter
- 1200 mm børstediameter
- Saltspreder på sweeper
- 10 m³ tank på trekkvogn
- 0,45 – 0,60 mm polypropylen materiale i kosten
- Periferihastighet 2,5-3 ganger kjørehastigheten
- Automatisk justering av periferihastigheten i forhold til kjørehastigheten
- 180 hk for drift av børsten
- To-akslet henger med sving bak
- Forberedt for automatisk dataoppsamling både på plog, børste og saltapparat
- Egen opplæring for mannskaper
- Eget panel for betjening av kosten

I brevet ble det opplyst om at det i de to aktuelle kontraktene er forutsatt at driftsutprøving og feltforsøk med forbedret mekanisk rydding skal foregå i to sesonger, og at leverandører som har utstyr som tilfredsstillende kravspesifikasjonen, ville få anledning til å konkurrere om kontrakten på levering av utstyr til prosjektet. Det ble videre presisert at innhenting av pristilbud vil skje gjennom en egen utlysning.

I brevet til leverandørene av utstyr ble det også opplyst om at det på bakgrunn av erfaringene fra uttestingen er aktuelt å foreta en justering av kravspesifikasjonen, og at en derfor i testene også åpnet for å delta med utstyr som ikke møter de oppsatte kravene fullt ut.

2. Testopplegg

2.1 Utstyr som inngikk i testene

Følgende firma hadde meldt inn utstyr for uttesting av sweeperutstyr:

- Øveraasen AS, ombygd RSS 200
- Pon Equipment, modifisert høvel med kost i stedet for høvelskjær. Pga av at kostløsningen ikke ble klar tidsnok, hadde Pon Equipment i stedet i samarbeid med Tellefsdal rigget en høvel med en ”grind” med slapseskjær
- Veima AS, Jet Broom fra Boschung
- I tillegg deltok Slapsekaren i testen av sweeperutstyr. Slapsekaren som til daglig er stasjonert i Egersund, ble konstruert og bygd på slutten av 1990-tallet og er ikke lenger i produksjon

Figur 2-1- Figur 2-3 viser bilder av Slapsekaren som er konstruert som en tilhenger med to stk koster med egen driftsmotor og en tank for saltløsning med en sprederbom.



Figur 2-1: Slapsekaren, Statens vegvesen Region vest



Figur 2-2: Slapsekaren, Statens vegvesen Region vest



Figur 2-3: Slapsekaren, Statens vegvesen Region vest

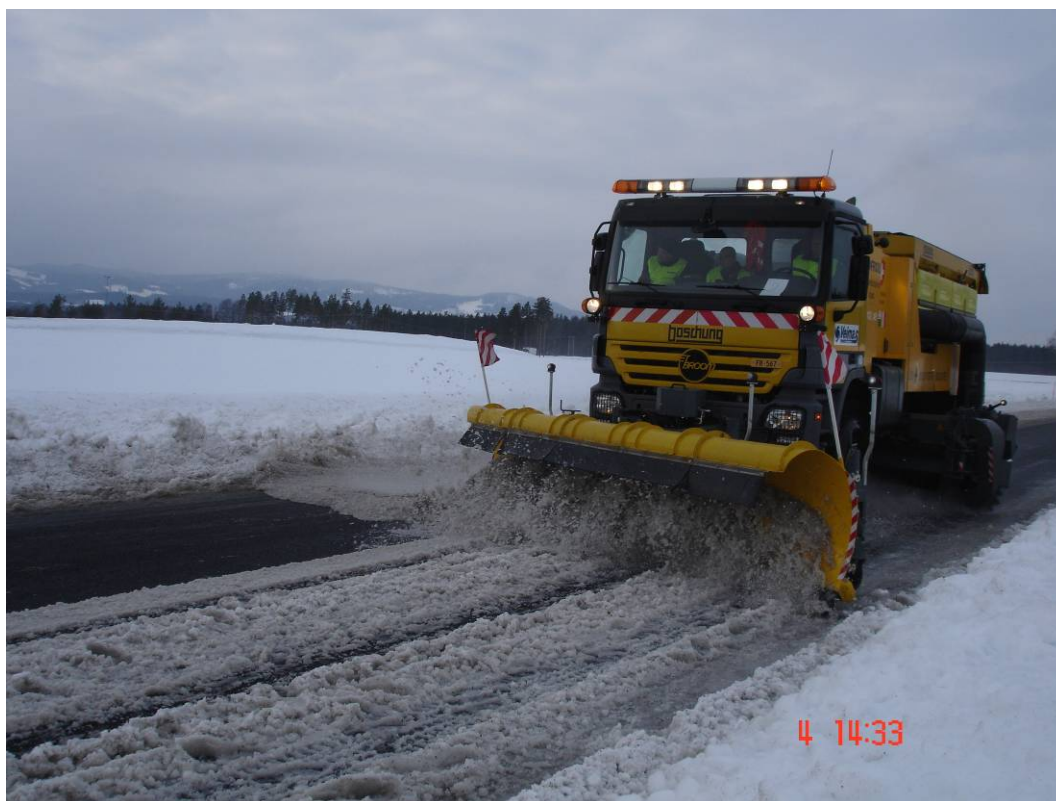
I Figur 2-4 - Figur 2-6 er vist bilder av Jet Broom fra Boschung. Dette er et komplett utstyr med børste og blåsefunksjon samt saltspreder. Utstyret fra Boschung som ble testet på Vålerbanen var ikke beregnet for spredning av saltløsning.



Figur 2-4: Jet Broom fra Boschung



Figur 2-5: Jet Broom fra Boschung



Figur 2-6: *Jet Broom fra Boschung*

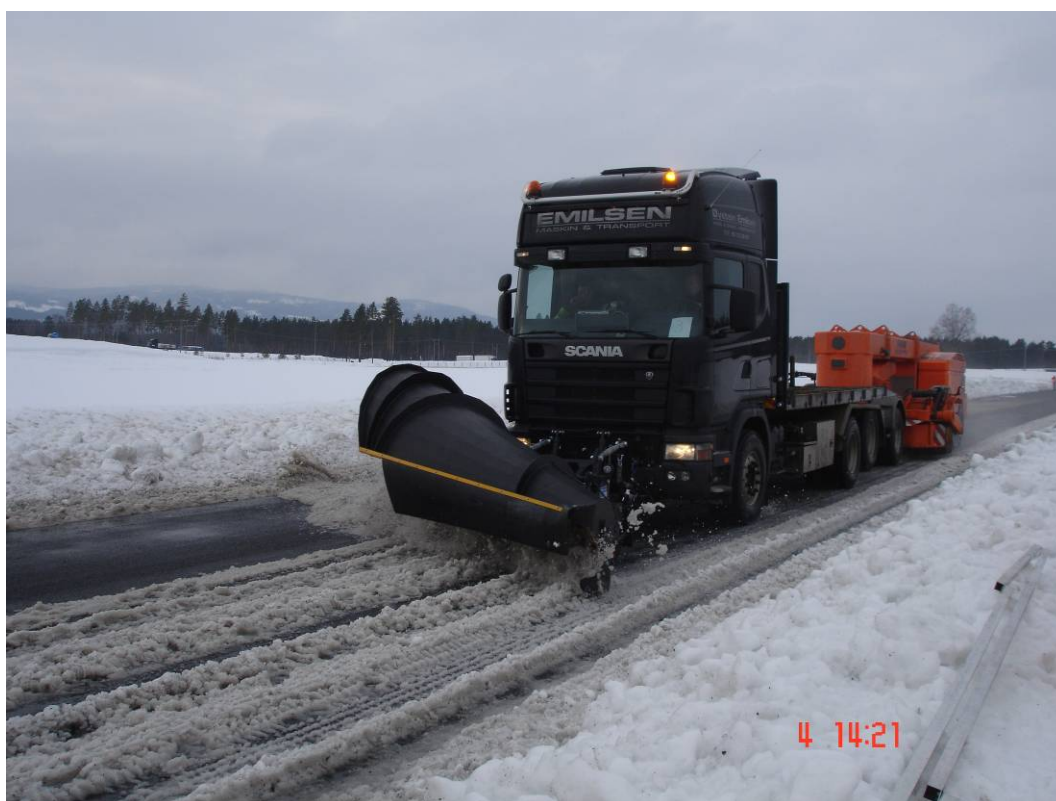
Utstyret fra Øveraasen er vist i Figur 2-7 - Figur 2-9. RSS 200 er et ombygd utstyr påmontert en kost som drives av en egen motor. Øveraasen har utviklet et eget konsept som er patentert for å lede snøen og slapset ut til siden. Den patenterte kassetten med lameller framgår av Figur 2-8.



Figur 2-7: *RSS 200 fra Øveraasen*



Figur 2-8: RSS 200 fra Øveraasen, detaljbilde av kost og kassett m/lameller



Figur 2-9: RSS 200 fra Øveraasen

Høvelen fra Pon Equipment framgår av Figur 2-10 - Figur 2-12. Figur 2-11 viser ”grinda” med tre sett med slapselameller av gummi.



Figur 2-10: Høvel fra Pon Equipment



Figur 2-11: Høvel fra Pon Equipment, detaljbilde av grind m/slapselameller



Figur 2-12: Høvel fra Pon Equipment

I Tabell 2.1 er satt opp en oversikt over ulike mål som er karakteristiske for de ulike utstyrene. Når det gjelder RSS 200 ble det benyttet en trekkbil som ikke er tilpasset den løsningen som vil bli valgt i ordinær drift. Det vil da bli benyttet en kortere trekkvogn. Det er også meningen å montere løsningstanker på hengeren og fjerne den fremre akslingen. Den etterhengende kosteenheten kan da settes rett på trekkvognen.

Tabell 2.1: Lengder og bredder på utstyr

Nr	Utstyr	Total lengde, inkl.	
		trekkvogn	Plogbredde
1	Slapsekaren	18,9	2,9
2	Jet Broom	13,7	4,8
3	RSS 200	22,4	3,5
4	Pon høvel	10,4	3,1

2.2 Øvrig utstyr

På alt plogutstyr som ble benyttet under testene ble det med unntak av Jet Broom brukt skjær av typen Joma 6000 montert på plog av typen Tellefsdal K70. Figur 2-13 og Figur 2-14 viser montering av Joma 600 skjær som ble stilt til rådighet av firmaet Scana Stål.

Jet Broom ble benyttet med originalt plog- og skjærutstyr fra den sveitsiske fabrikken.



Figur 2-13: *Montering av Joma 6000 skjær*



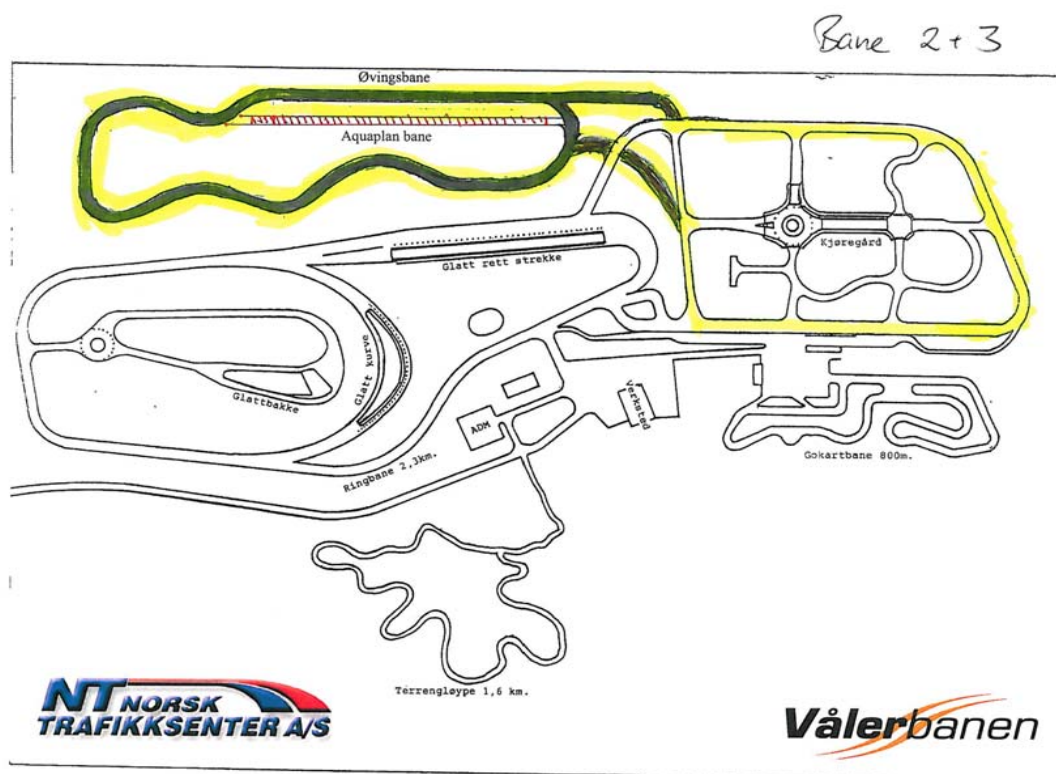
Figur 2-14: *Joma 6000 skjær*

2.3 Testområde

Testen ble foretatt på lukket bane på Norsk Trafikksenter, se Figur 2-15 og Figur 2-16. Et slikt baneanlegg er ideelt for gjennomføring av denne typen tester hvor det er viktig å ha realistiske baneforhold samtidig som en er uavhengig av trafikkerte veier.



Figur 2-15: Norsk Trafikksenter



Figur 2-16: Baneområder på Norsk Trafikksenter

2.4 Hva ble testet

Testene omfattet både snødekt veg og slaps. Det ble ikke foretatt tester på våt vegbane som også er en føretype det er aktuelt å bruke kost på for å fjerne vann før salting. Dette vil imidlertid ikke være det primære bruksområdet, og våt veg ble derfor ikke prioritert i testene som ble utført.

Det ble gjennomført totalt seks tester for å prøve ut effektiviteten til de ulike utstyrsenhetene. Én test ble gjennomført på snødekt veg (kram snø) med en arbeidshastighet på 40 km/t. Fem av testene ble gjennomført på slaps. I de fem siste forsøkene varierte slapsetykkelsen fra ca 3 – 6 cm og arbeidshastigheten var på 30, 40 og 50 km/t.

Høvelen fra Pon Equipment hadde på samtlige seks tester en lavere arbeidshastighet enn de øvrige enhetene.

I tillegg til å se på virkningsgraden av koste-/skrapefunksjonen ble det også gjort kjøretester for å se på manøvreringsdyktigheten til de ulike utstyrstypene. Manøvreringstestene foregikk på Kjøregården, se Figur 2-16.

2.5 Målinger

Virkningsgraden/effektivitet ble målt ved å samle opp det som lå igjen på vegoverflata etter brøyting og overfart med kost. Det ble gjort oppsamling innenfor et gitt areal på 3x1 meter. Denne oppsamlingen ble foretatt i et mest mulig representativt snitt innenfor testarealet, se Figur 2-17.



Figur 2-17: Oppsamling med støvsuger

Til oppsamling av restsne ble et benyttet en støvsuger med en beholder av plast, se Figur 2-18.



Figur 2-18: Beholder med oppsamlet slaps

I tillegg til oppsamling med støvsuger, ble det også benyttet Wettex kluter for å måle restfuktigheten, se Figur 2-19.



Figur 2-19: Wettex klut

En hadde tilgang til friksjonsmålere av typen Roar Mark III og TWO under testene. Friksjon er imidlertid ikke vektlagt i analysene fordi en i de fleste tilfeller oppnådde bar veg etter tiltak, og

testoppsettet på slaps med inndeling i prøvelfelt dessuten gjorde at friksjonsmålinger ikke lot seg gjøre på en enkel måte uten å forstyrre forsøkgjennomføringen.



Figur 2-20: *Roar Mark III*

Det ble foretatt veiing av snø/slaps for å kunne beregne egenvekten, og det ble også foretatt støymålinger.

2.6 Preparering

Figur 2-21 - Figur 2-23 viser bilder fra prepareringen av forsøksfeltene med snø og slaps. For å lage slaps ble det benyttet tørt salt og bearbeiding ved hjelp av biler som trafikkerte over forsøksfeltet. Det ble brukt høvel for å få en jevnest mulig lag av snø og slaps.



Figur 2-21: Klargjøring av bane for snøforsøk



Figur 2-22: Klargjøring av bane for sløpseforsøk



Figur 2-23: Klargjøring av bane for slapseforsøk (friksjonsmåleren er ikke i målemodus)

2.7 Gjennomføring av testene

Testene på Vålerbanen ble gjennomført over tre dager etter følgende plan:

- 3. mars: tester på snødekke
- 4. mars: tester på slaps
- 5. mars: tester på slaps

I tillegg ble det gjort supplerende tester på sporslitt veg 31. mars på Fv 544 ved Elverum.

2.7.1 3. mars

Bilder fra testene 3. mars er gjengitt i vedlegg 1.

Forsøk 1 (kun som en test på opplegget der det ikke ble gjort målinger av restsnø):

- Øvingsbane og Kjøregården, rettstrekninger
- Snø lagt ut med høvel
- Tørr konsistens i 7-8 cm tykkelse
- Hastighet 40 km/t

Forsøk 2:

- Øvingsbane, rettstrekning
- Snø lagt ut med snøfres
- Kram snø i 7-8 cm tykkelse
- 30 km/t
- Kjørte to turer

2.7.2 4. mars

Bilder fra testene 4. mars er gjengitt i vedlegg 2.

Forsøk 3:

- Øvingsbane, rettstrekning
- Slaps
- 5 cm tykkelse
- 30 km/t

Forsøk 4:

- Øvingsbane, rettstrekning
- Slaps
- 3 cm tykkelse
- 40 km/t

2.7.3 5. mars

Bilder fra testene 5. mars er gjengitt i vedlegg 3.

Forsøk 5:

- Øvingsbane, kurver
- Slaps
- 6 cm tykkelse
- 40 km/t

Forsøk 6:

- Øvingsbane, rettstrekning
- Slaps
- 5 cm tykkelse
- 50 km/t, høvel i 40 km/t

2.7.4 31. mars

Testene på sporslitt veg (Fv 544) 31. mars ble begrenset til høvelen fra Pon Equipment og RSS 200 fra Øveraasen siden det kun var disse utstyrsenhetene som var tilgjengelige.

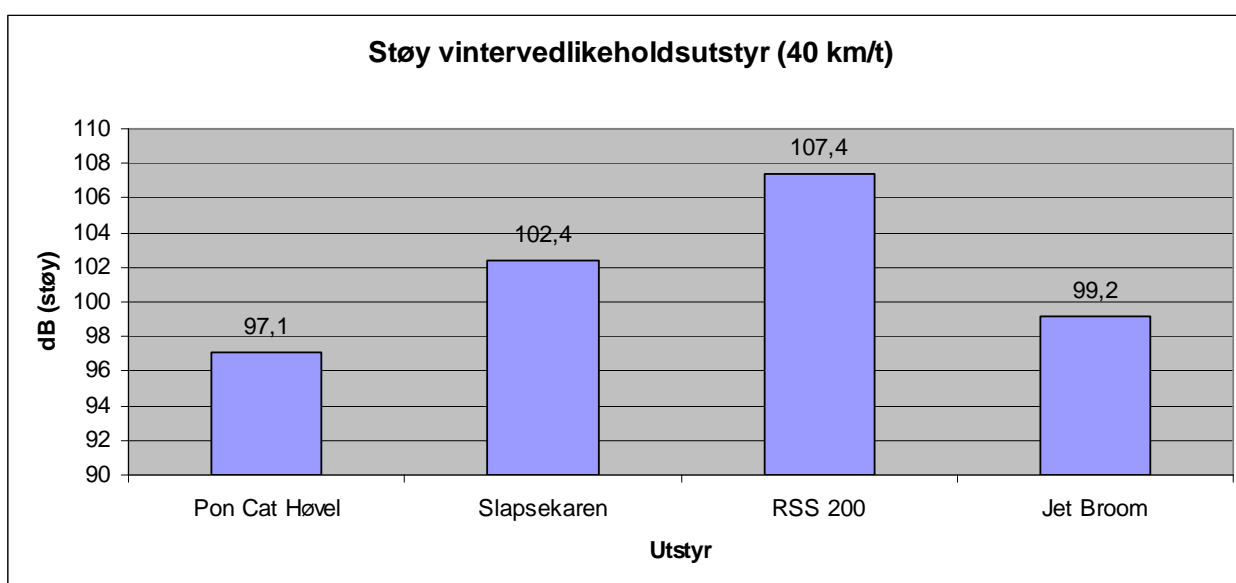
3. Resultater

3.1 Generelt

I det følgende er presentert resultatene fra testene av mekanisk ryddeutstyr. Det er kort kommentert resultatene fra testene de forskjellige dagene.

3.2 Støymålinger

Støymålinger ble foretatt 4. mars under tester på slaps, og resultatene er gjengitt i Figur 3-1. Måleavstanden var ca 3 meter.



Figur 3-1: Støy fra de ulike utstyrsenhetene som ble testet på Vålerbanen. Målt 4. mars 2009

Som det framgår av Figur 3-1 er det stor variasjon i målt støy fra de ulike utstyrsenhetene med mest støy fra RSS 200. Forskjellen mellom Jet Broom og de andre utstyrene med kost kan muligens ligge i at Jet Broom hadde stålkost, mens det på de andre to utstyrene var koster av polypropylen. Det må presiseres at støymålingene ikke er gjort i henhold til standardiserte målemetoder.

3.3 Manøvreringstester

Det ble foretatt en egen test for å kontrollere manøvreringsevnen til de ulike utstyrsenhetene. Dette ble gjort ved å kjøre gjennom en rundkjøring hvor oppgaven var å tangere sentraløya i krysset. Figur 3-2 - Figur 3-5 viser bilder fra manøvreringstestene.



Figur 3-2: Manøvreringstest med Slapsekaren



Figur 3-3: Manøvreringstest med Jet Broom



Figur 3-4: Manøvreringstest med Øveraasens RSS 200



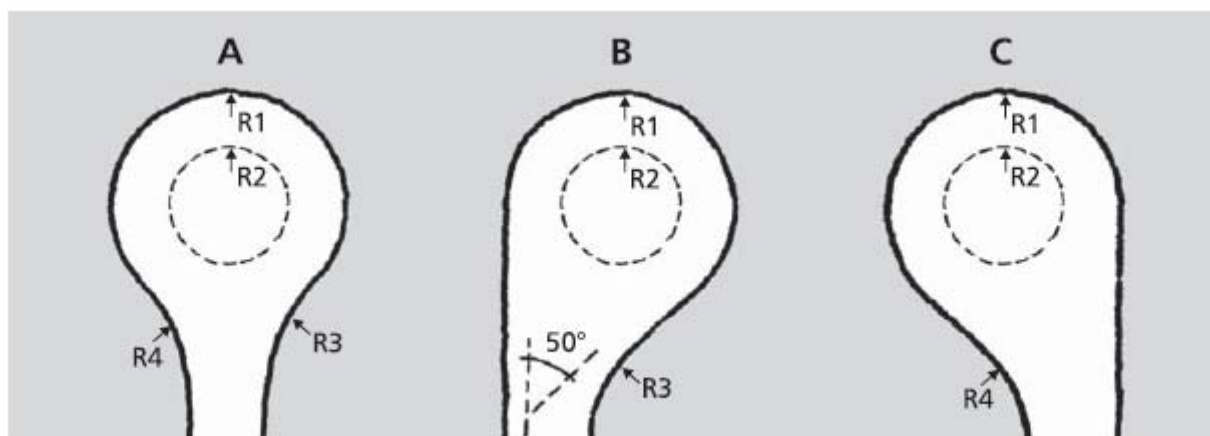
Figur 3-5: Manøvreringstest med høvel fra Pon Equipment

Alle utstyrsenhetene klarte oppgaven med å ta seg rundt i rundkjøringa med kortest mulig radius. I Tabell 3.1 er vist en oversikt over de målene som ble tatt, og som en ser er det lite som skiller de ulike utstyrsenhetene.

Tabell 3.1: Manøvreringstester

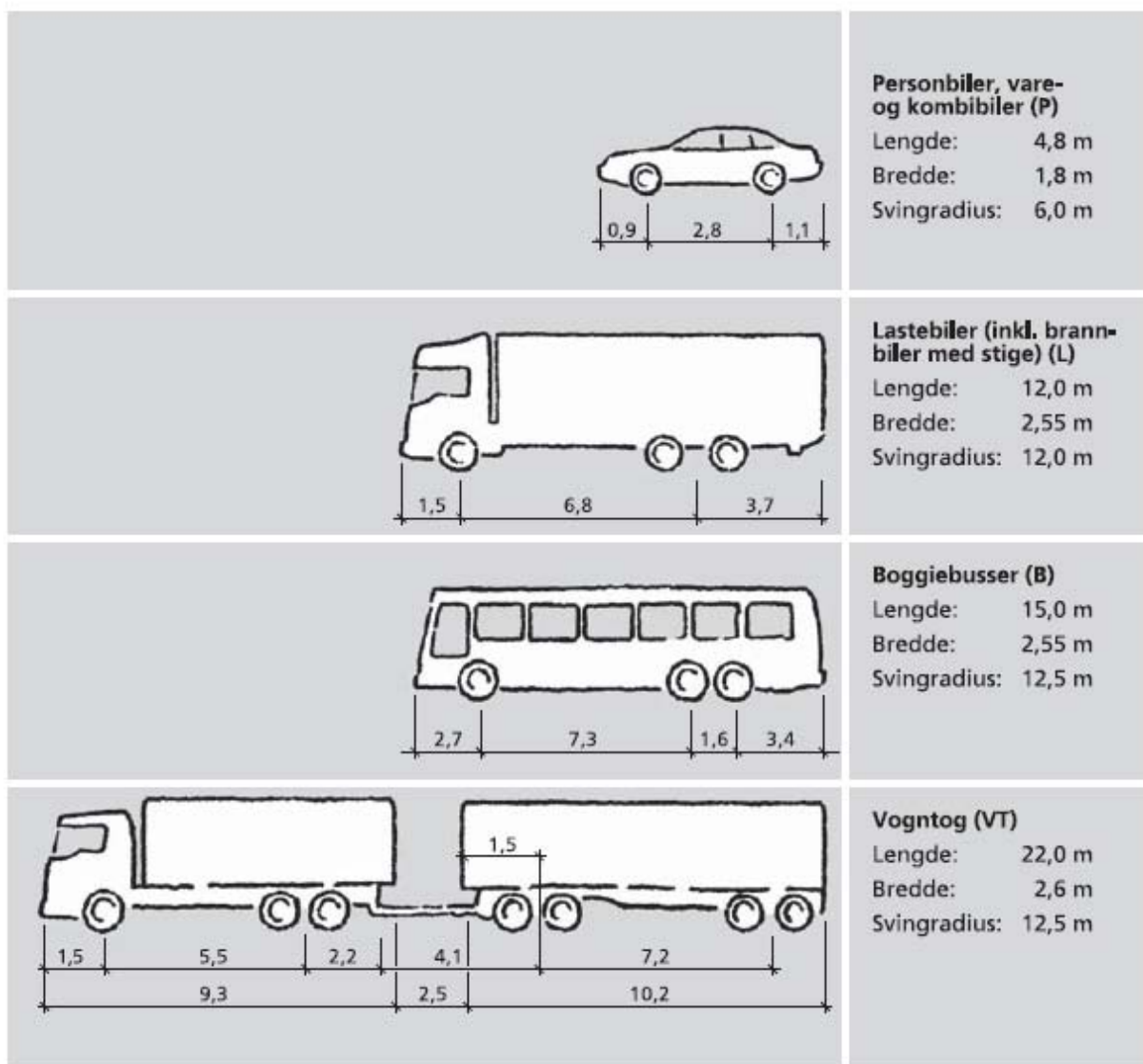
Nr	Utstyr	Indre radius, kost	Ytre radius, kost	Høgre hjul	Ytterkant plog
1	Slapsekaren	7,6	8,6	10,7	12,1
2	Jet Broom	7,1	10,4	10	12,2
3	RSS 200	6,9	9,4	10,6	12,6
4	Pon høvel	7,1	10,1	9,5	10

I Håndbok 017 (Statens vegvesen, mai 2008) gies det i kapittel C.3.9.6 Snuplasser krav til snuplasser med henholdsvis indre og ytre radius for å kunne snu kjøretøy helt opp til vogntog på 22 m. Rundkjøringer skal på vegnettet uavhengig av ÅDT være minimum av denne utformingen. Det velges derfor å se manøvreringstesten på Vålerbanen opp mot minimumskrav til snuplasser. Disse kravene er gjengitt i Figur 3-6. Det er valgt å ta utgangspunkt i at rundkjøringen er utformet som for snuplasstype A.



Snuplass type	Dimensjonerende Kjøretøy	R1 [m]	R2 [m]	R3 [m]	R4 [m]
A	Buss (B)	13	4,5	15	10
	Vogntog (VT)	13	3,5	20	15
B	Buss (B)	13	5,25	10	-
	Vogntog (VT)	13	3,75	15	-
C	Buss (B)	13	5,25	-	12,5
	Vogntog (VT)	13	4,0	-	12,5

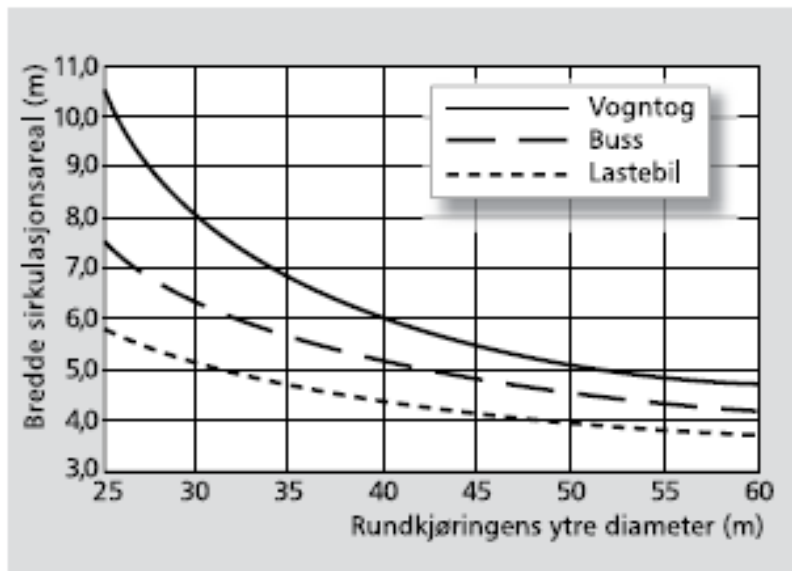
Figur 3-6: Minimumskrav til rundkjøringer (hb 017)



Figur 3-7: Dimensjonerende kjøretøy (hb 017)

Den lengste enheten i testen på Vålerbanen var Øveraasen sin RS 200 med en lengde på 22,4 meter, men her er trekkvognen lengre enn de som vil bli brukt under brøyting. Det er derfor valgt å bruke vogntog (VT) som dimensjonerende grunnlag med en lengde på 22 meter. Av Figur 3-7 ser man at svingradius er 12,5 meter og bredde på kjøretøy er 2,6 meter. For å kunne snu ett vogntog trenger man minimum en indre radius på 3,5 meter og en ytre radius på 13 meter.

Rundkjøringen på Vålerbanen hadde en indre radius på 7 meter og som man ser av tabell 3.1 klarte alle kjøretøyene å holde den indre radien, den som hadde størst ytre radius var RS 200 med 12,6 meter. Kravet på 13 meter er derfor tilfresstilt og en kan dermed konkludere med at utstyrene som ble testet vil være manøvreringsdyktige på ett vegnett som er i henhold til håndbok 017. Dette stemmer også godt overens med håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss (Statens vegvesen, desember 2008), se Figur 3-8. Denne figuren viser den nødvendige bredden på sirkulasjonsarealet for å sikre framkommelighet etter kjøremåte A for ulike dimensjonerende kjøretøy gjennom rundkjøringen, avhengig av rundkjøringens ytre diameter.

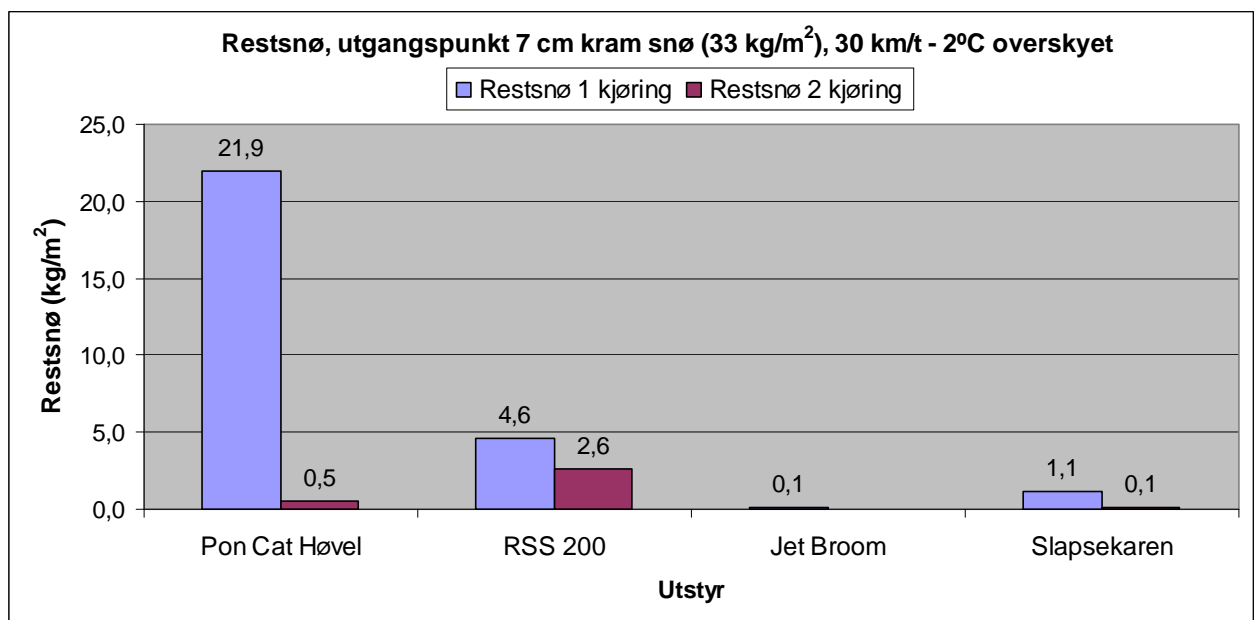


Figur 3-8: Ulike kjøretøyers krav til minste kjørefeltbredde i sirkulasjonsarealet (hb 263)

3.4 Måling av restsnø og effektivitet

3.4.1 Forsøk på kram snø

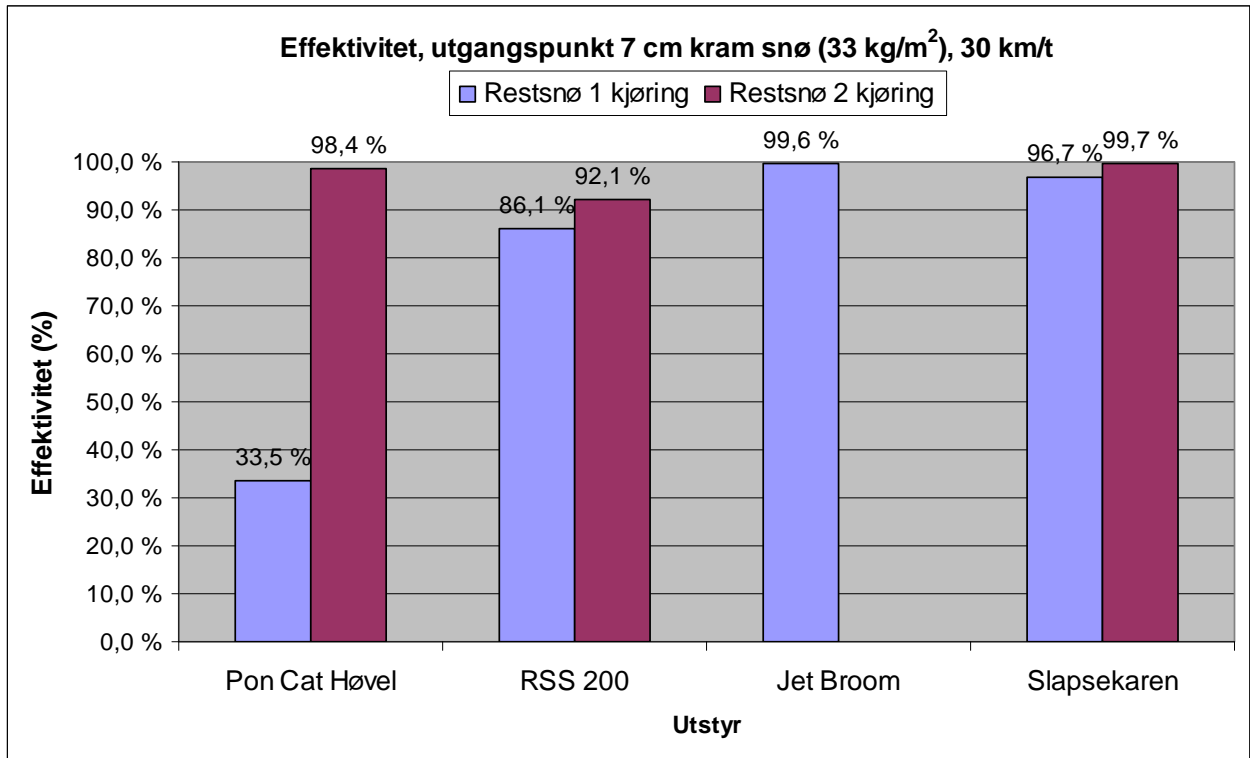
Figur 3-9 og Figur 3-10 viser resultatene som ble gjort på kram snø 3. mars. Det ble kjørt to overfarter med alle utstyrsenhetene unntatt med Jet Broom som fjernet det meste av snøen etter første overfart. En hovedgrunn til at det ble kjørt to overfarter var at høvelen og RSS 200 fikk tildelt høyre del av forsøksstrekningen og hadde mer ”motstand” ved at snøen legges ut til høyre.



Figur 3-9: Forsøk 2: Test på kram snø, 3. mars

Mengden restsnø som framgår av Figur 3-9 er angitt i kg/m^2 , og er totalt oppsamlet snø på 3 m^2 delt på 3. Effektiviteten som er gjengitt i Figur 3-10, er hvor mye snø som er fjernet av den opprinnelige mengden snø.

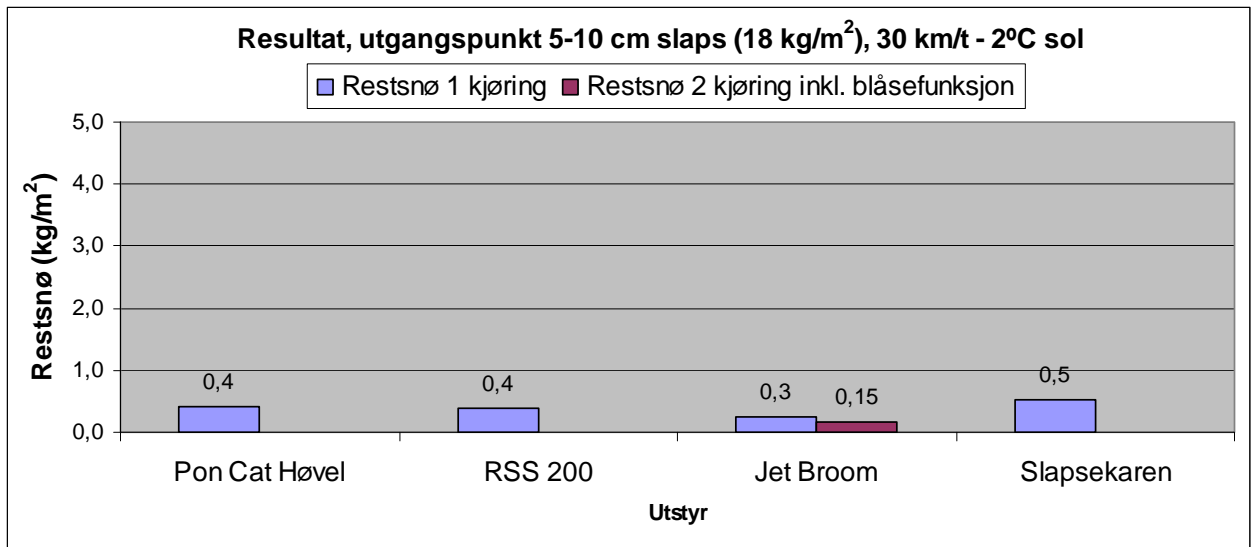
Som en ser av Figur 3-9 og Figur 3-10 kom RSS 200 og høvelen til Pon Equipment dårligere ut enn de øvrige utstyrene på kram snø. Ved den første overfarten forklares en del av dette av en tyngre jobb ved å ligge til høyre inn mot snøkanten. For høvelen kan det dårlige resultatet på kram snø også delvis forklares ved at slapsegrinda på høvelen var bredere enn ryddebredden for frontplogen. Dette ble justert før forsøkene på slaps.



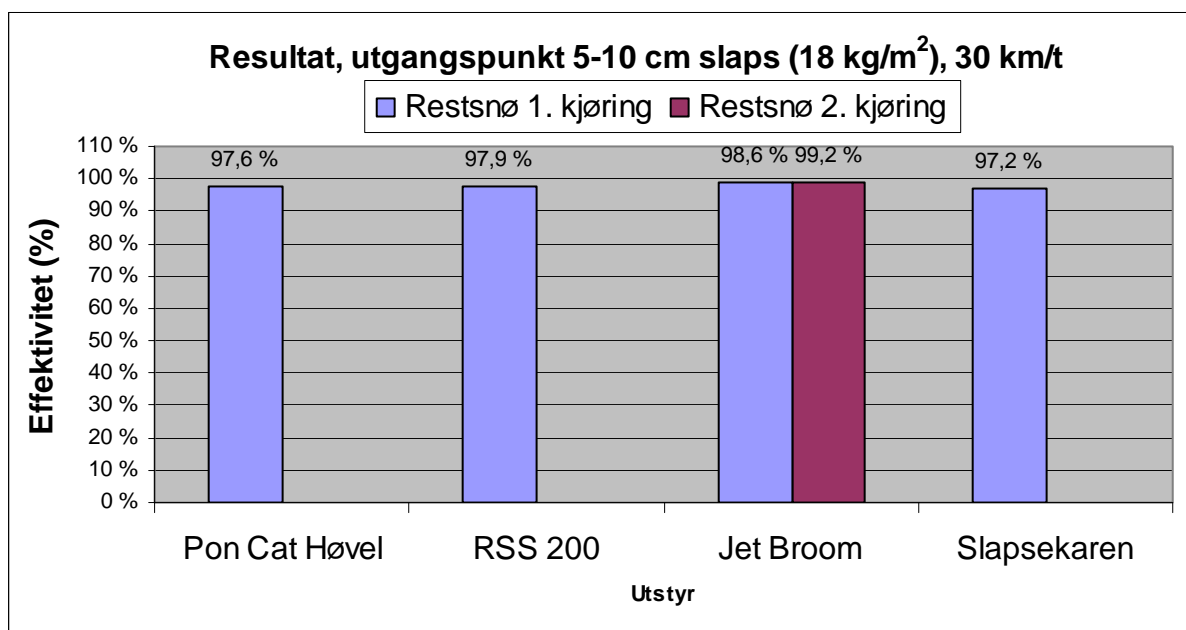
Figur 3-10: Forsøk 2: Test på kram snø, 3. mars

3.4.2 Forsøk på slaps

Første testen på slaps i 30 km/t ga et nesten likt resultat for de ulike utstyrsenhetene, se Figur 3-11 og Figur 3-12. Ved en ekstra overfart med Jet Broom med blåsefunksjonen innkoblet, var det bare 0,8 prosent igjen av den opprinnelige mengden slaps.

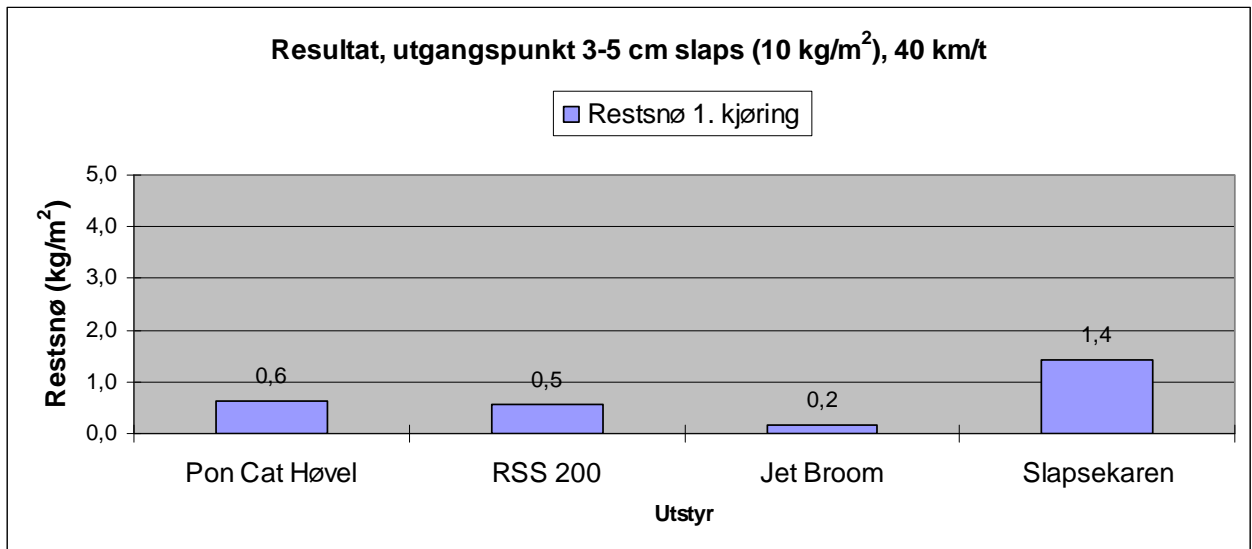


Figur 3-11: Forsøk 3: Test på 5-10 cm slaps, 4. mars

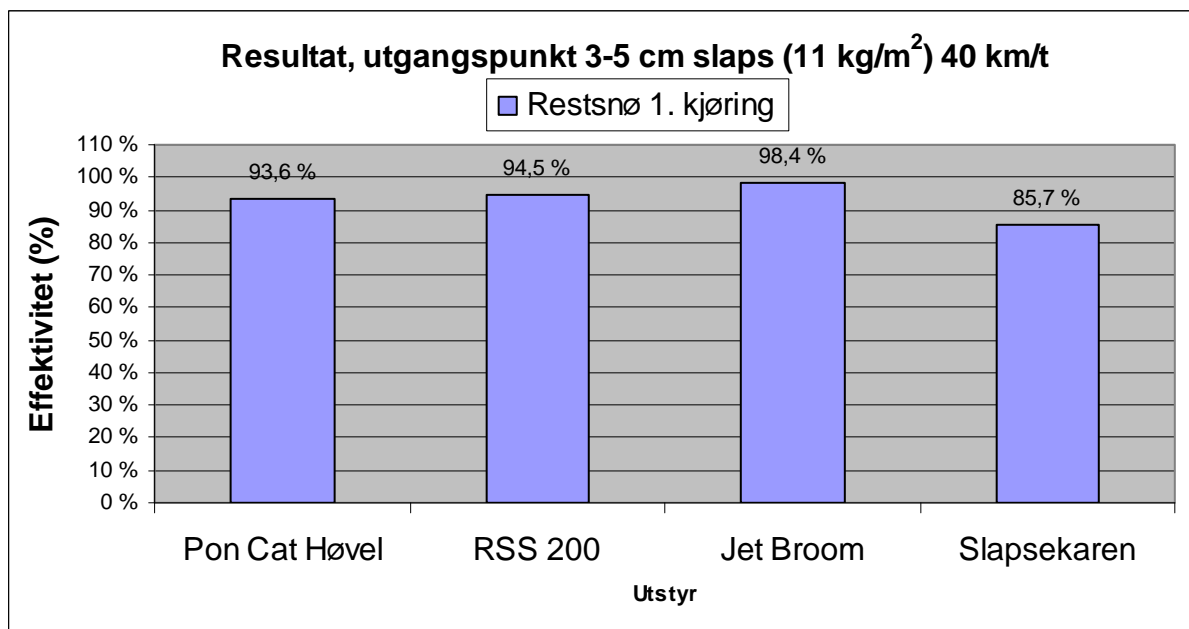


Figur 3-12: Forsøk 3: Test på 5-10 cm slaps, 4. mars

Ved den andre testen 4. mars ble hastigheten økt til 40 km/t. Det ble da større forskjell mellom de ulike enhetene, se Figur 3-13 og Figur 3-14. Slapsekaren la igjen mer slaps enn de andre utstyrsenhetene, og en kan også legge merke til at høvelen fra Pon Equipment og RSS 200 kom omtrent likt ut under denne testen.

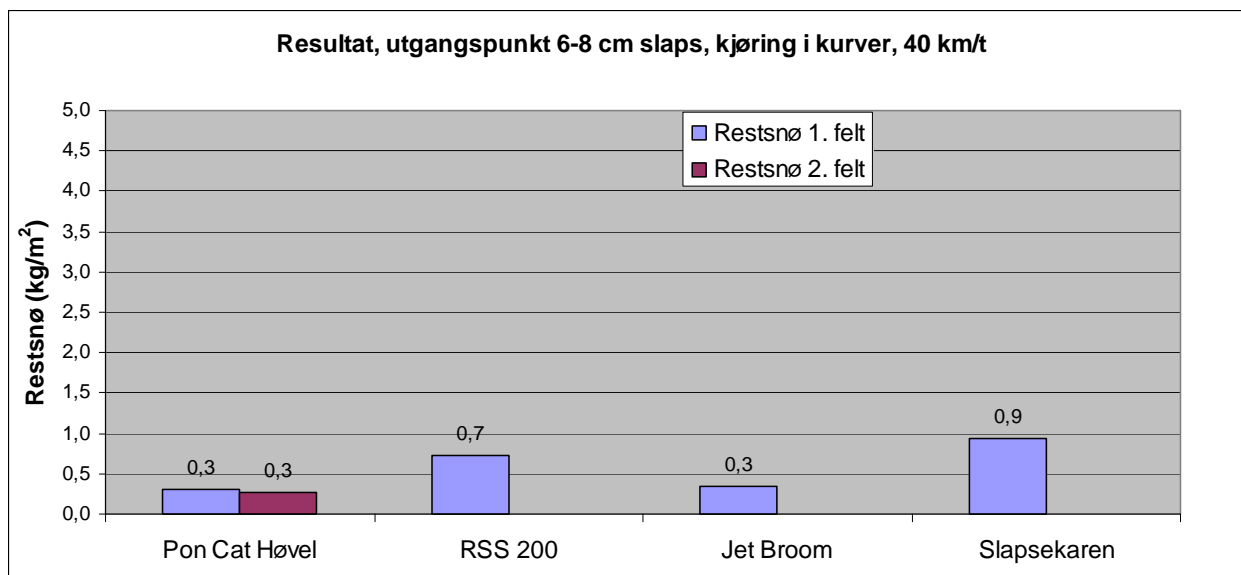


Figur 3-13: Forsøk 4: Test på 3-5 cm slaps, 4. mars

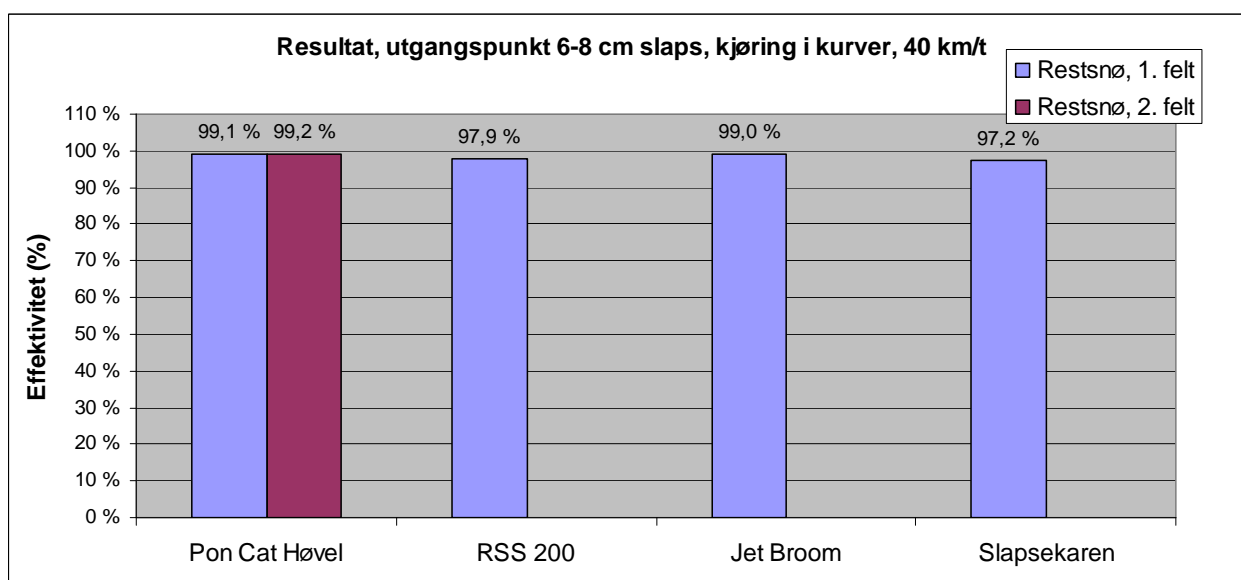


Figur 3-14: Forsøk 4: Test på 3-5 cm slaps, 4. mars

Siste forsøksdagen den 5. mars startet med en test i kurver på et relativt tykt lag slaps og en fart på 40 km/t. I dette tilfellet presterte høvelen fra Pon Equipment på linje med Jet Broom, se Figur 3-15 og Figur 3-16. Høvelen fikk tildelt et ekstra felt for å kontrollere resultatet og kom like godt ut på begge feltene. Både RSS 200 og Slapsekaren la igjen 2-3 ganger så mye slaps som de andre to enhetene.

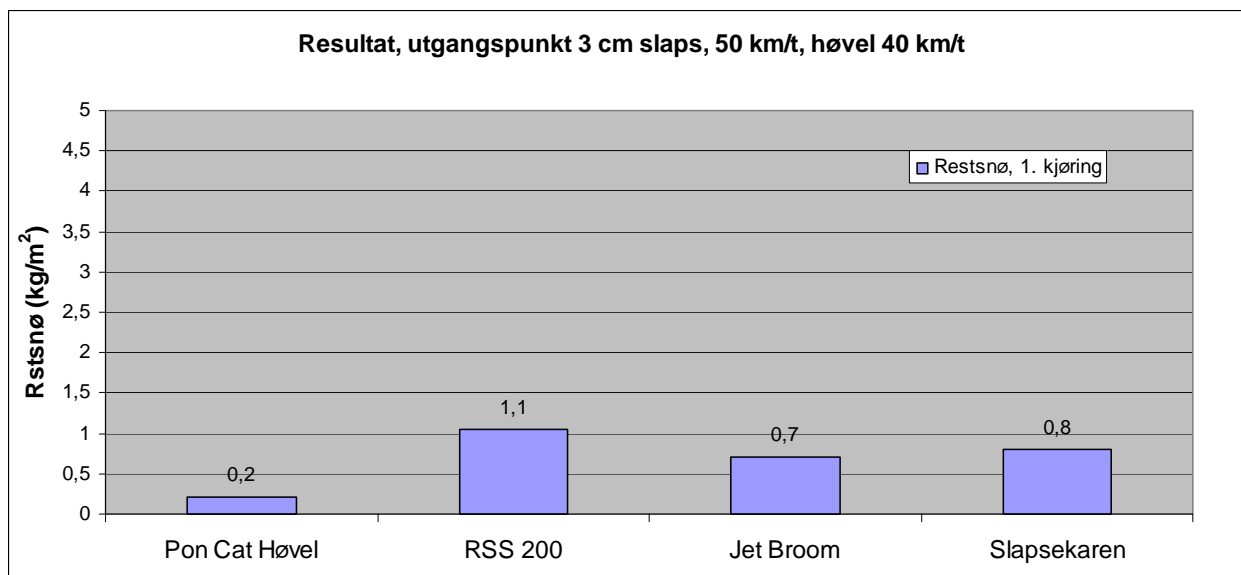


Figur 3-15: Forsøk 5: 5. mars, kjøring i kurver

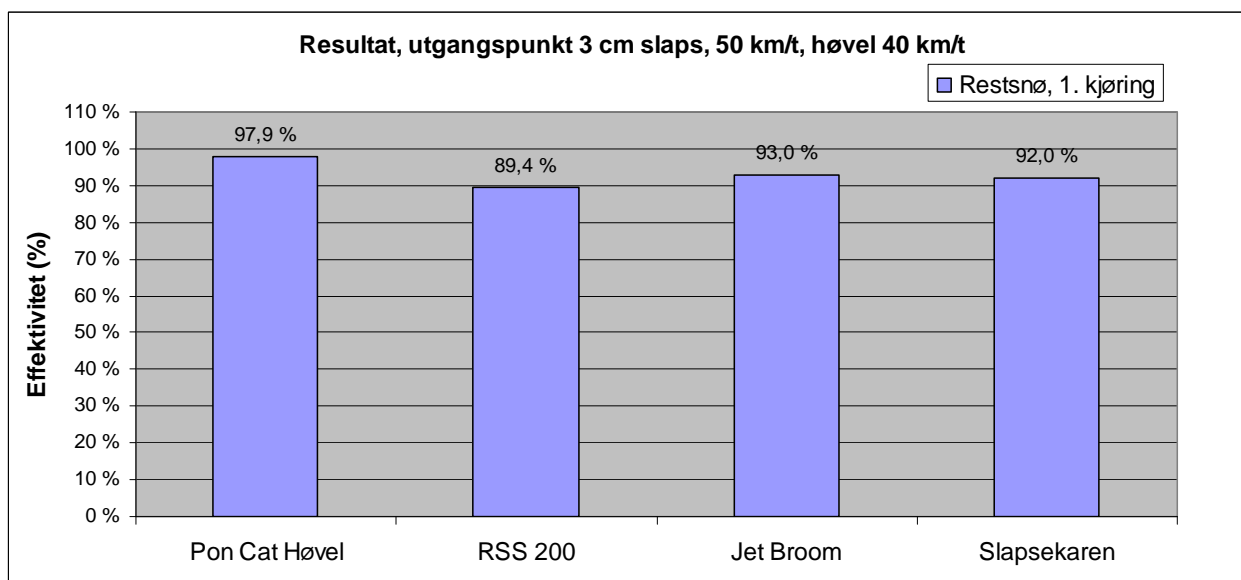


Figur 3-16: Forsøk 5: 5. mars, kjøring i kurver

Ved siste testen på ca 3 cm slaps ble det kjørt med en hastighet på 50 km/t med unntak av høvelen som hadde en fart på ca 40 km/t. I dette tilfellet ga høvelen et eksepsjonelt godt resultat både visuelt og objektivt sett gjennom opptak av restsnø med støvsuger, se Figur 3-17 og Figur 3-18. For RSS 200, Jet Broom og Slapsekaren tyder resultatene ved kjøring i 50 km/t på at dette er en hastighet som ligger over den optimale ryddehastigheten.



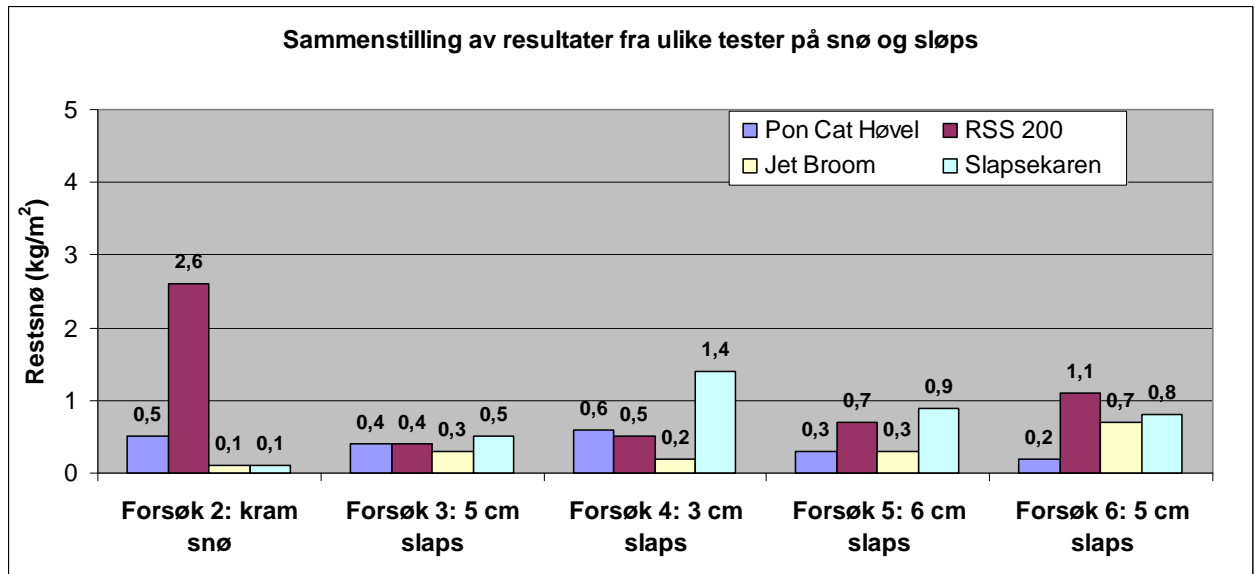
Figur 3-17: Forsøk 6: 5. mars, 50 km/t



Figur 3-18: Forsøk 6: 5. mars, 50 km/t

3.5 Oppsummering fra testene på Vålerbanen

I Figur 3-19 - Figur 3-21 er sammenstilt resultatene fra de ulike testene.



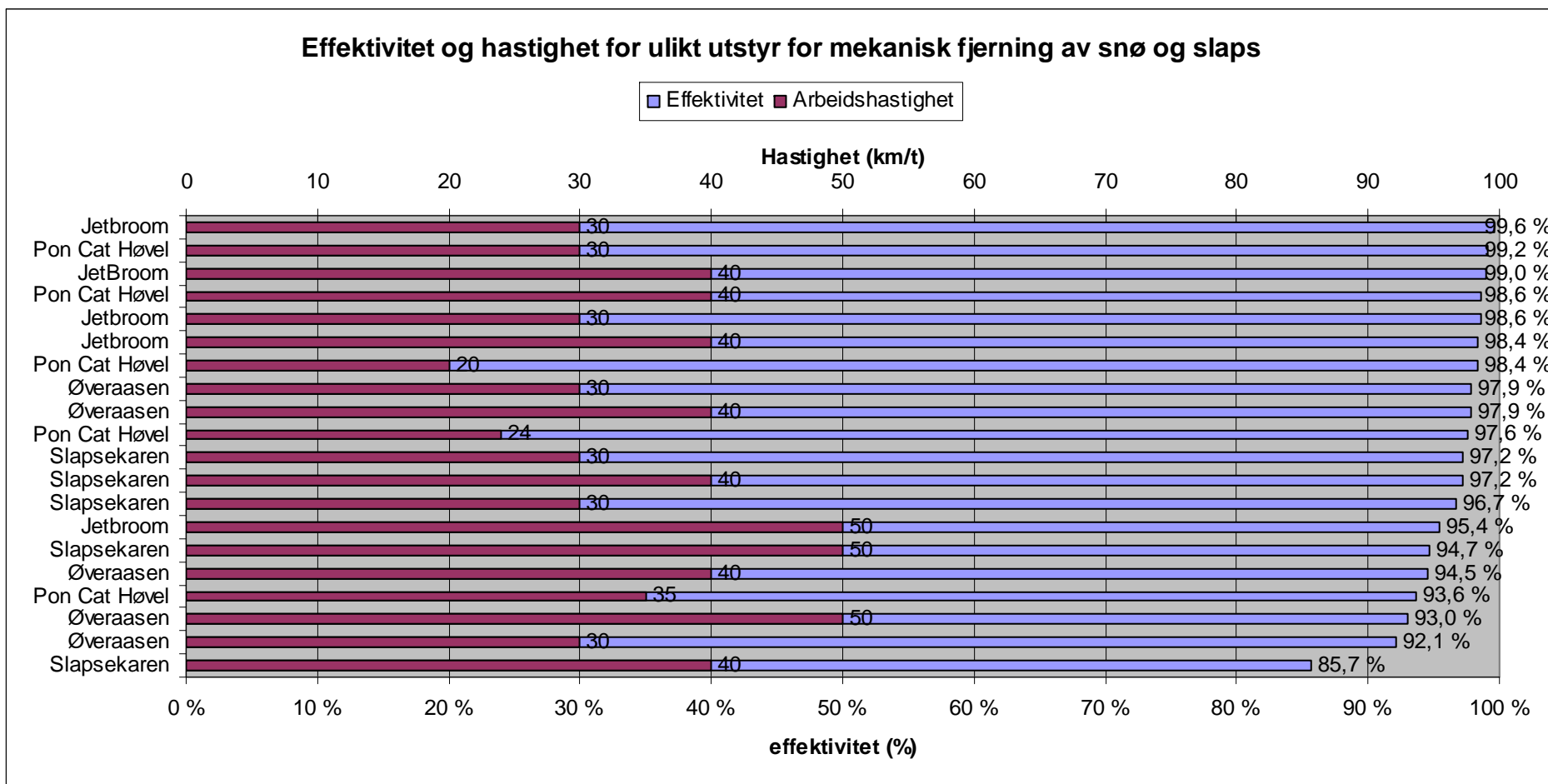
Figur 3-19: Sammenstilling av resultater fra ulike tester på snø og slaps

Slapsekaren er den enheten som varierte mest i yteevne og som også kom dårligst ut totalt sett. For RSS 200 ser ryddeevnen ut til å avta med økende hastighet. Jet Broom derimot presterte jevnt bra helt opp til 50 km/t. Når det gjelder høvelen med slapsegrind ga den meget gode resultater på slaps under alle hastigheter.

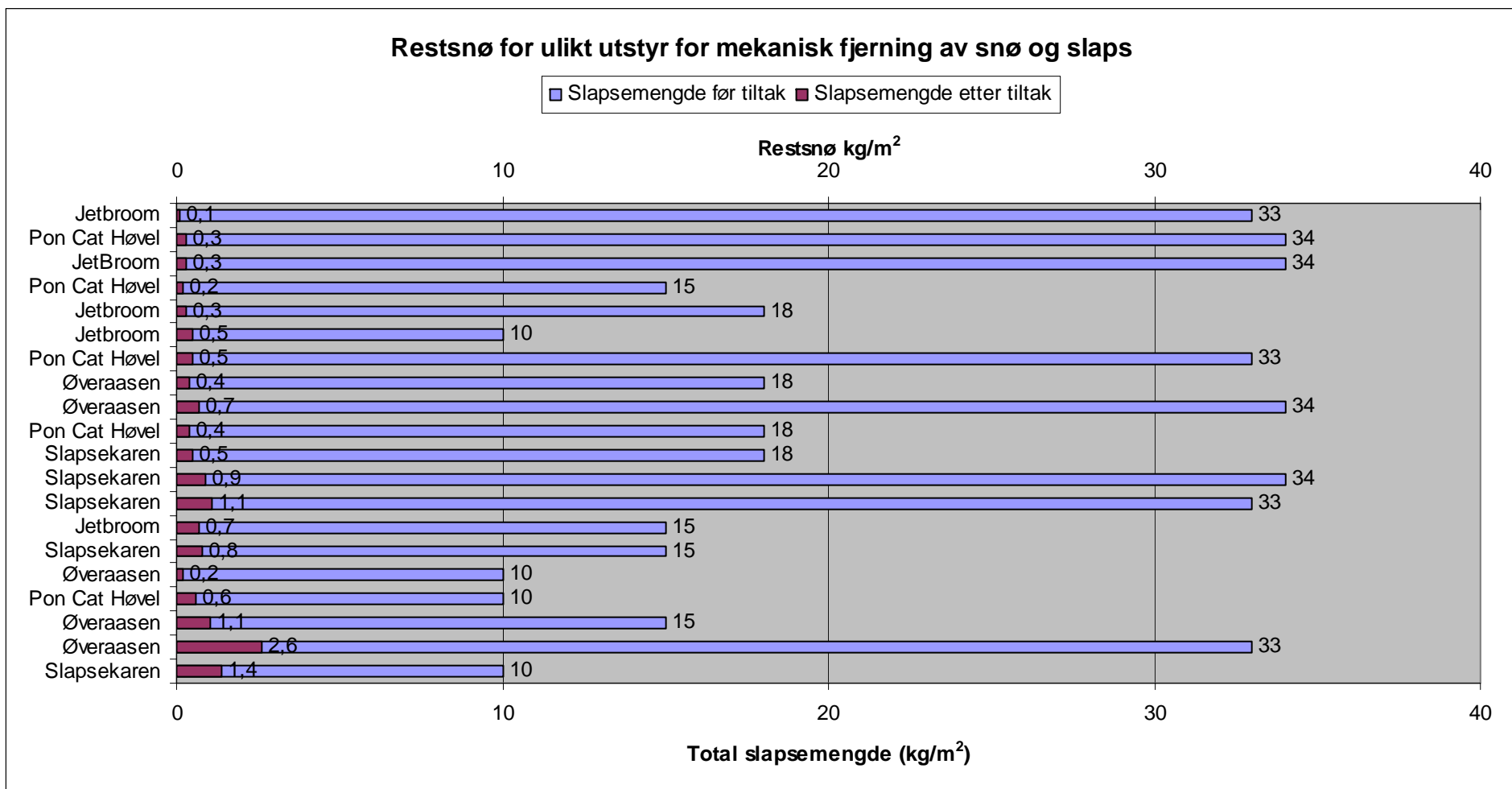
På kram snø kom Jet Broom og Slapsekaren best ut av testen. For høvelen kan det dårlige resultatet på kram snø delvis forklares ved at slapsegrinda på høvelen var bredere enn ryddebredden for frontplogen. Dette ble som tidligere nevnt justert før forsøkene på slaps. Når det gjelder RSS 200 ga den det dårligste resultatet av alle utstyrsenhetene på kram snø. Dette kan muligens ha sammenheng med at kassetten med lamellsystemet ikke transporterte snøen godt nok til siden.

I Figur 3-20 er sammenstilt resultatene fra alle testene hvor utstyrene er rangert etter effektivitet. Det er også angitt arbeidshastighet. Merk at de ulike resultatene som framkommer for samme utstyr ved samme fart i hovedsak skyldes ulike snø- og slapsmengder.

Figur 3-21 viser en oversikt over målt restsnø fra samtlige tester etter samme rangering som i Figur 3-20. Disse figurene bør derfor ses i sammenheng.



Figur 3-20: Effektivitet og hastighet for ulikt utstyr



Figur 3-21: Restsnø i forhold til opprinnelig mengde ved de ulike testene

3.6 Test på sporslitt veg med høvel fra Pon Equipment og RSS 200 fra Øveraasen

Tirsdag 31.03.09 ble høvelen fra Pon Equipment og RSS 200 fra Øveraasen testet på Fv 544 ved Elverum på en meget sporslitt veg. Hensikten med disse forsøkene var å se på ryddeevnen til dette utstyret på en sporslitt veg, og se dette opp mot resultatene disse utstyrsenhetene ga på Vålerbanen.

Figur 3-22 viser et typisk tverrprofil av vegstrekningen det ble testet på.



Figur 3-22: Teststrekning på Fv 544. Spordybde målt til 45 mm

I profilet i Figur 3-22 ble det målt ca 45 mm spor i høyre kjørebane. Spordybden på strekningen varierte fra 10 mm – 80 mm.

Figur 3-23 viser et annet eksempel på et tverrsnitt hvor det ble målt 100 mm forskjell fra senterlinjen i vegbanen og ut til vegkant.

Et tredje eksempel på dekketilstanden er vist i Figur 3-24. Det framgår av Figur 3-24 at det også var langsgående ujevnheter. Det ble målt fra 10 mm – 100 mm nedsenkninger, i dette tilfellet i en dybde på ca 30 mm.

Totalt vurdert må en si at testbetingelsene på den sporslittede vegen var meget krevende, og var i stor kontrast til de ideelle forholdene en hadde på Vålerbanen. På et vegdekke av en så

dårlig standard som på Fv 544 er det sannsynlig at type plog og plogskjær vil påvirke sluttresultatet, men dette ble ikke undersøkt nærmere.



Figur 3-23: Teststrekning på Fv 544. "Tverrfall" fra senterlinje på 100 mm



Figur 3-24: Teststrekning på Fv 544. Langsgående nedsenkning på 30 mm

Teststrekningen ble preparert ved maskinell utlegging av slaps, og før tiltak så vegen ut som vist i Figur 3-25. Det ble utlagt 30 – 35 kg/m² med slaps i prøvefeltene. Noe som tilsvarte ca 3-5 cm med slaps.



Figur 3-25: Utlagt slaps før forsøk

Det ble gjennomført 3 tester av hvert utstyr i forskjellige spordybder, se Figur 3-26 - Figur 3-28. Første to forsøkene var det meget bløt slaps, mens det tredje forsøket ble gjennomført på noe tørrere slaps.



Figur 3-26: Test 1, RSS 200 Øveraasen (nr.1) 50 mm spor og Pon Equipment (nr.2) 15 mm spor



Figur 3-27: Test 2: Pon Equipment 55 mm spor og RSS 200 Øveraasen 15 mm spor



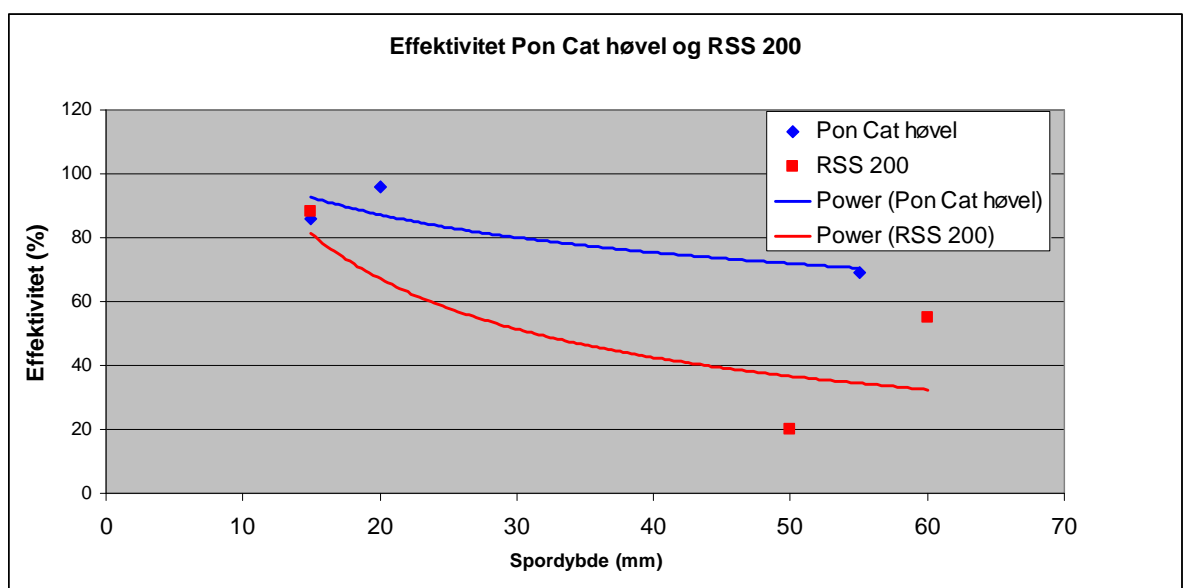
Figur 3-28: Test 3, Pon Equipment 20 mm spor og RSS 200 Øveraasen 60 mm spor

Det var noe is i bunn på de to første forsøkene så bildene gir ikke ett helt riktig ryddebilde dersom det bare hadde vært slaps på vegbanen. Dette har imidlertid ikke vesentlig innvirkning på resultatene da denne isen ikke ble medregnet ved optak av restslaps.

Tabell 3.2 og Figur 3-29 oppsummerer resultatene fra testene på sporslitt veg.

Tabell 3.2: Restmengde slaps og beregnet effektivitet med ulike utstyr på sporslitt veg

	Hastighet	Slapsemengde før tiltak		Spordybde		Restslaps		Effektivitet	
	[km/t]	[kg/m ²]		[mm]		[kg/m ²]		[%]	
		Pon	Øveraasen	Pon	Øveraasen	Pon	Øveraasen	Pon	Øveraasen
Test 1	20	11	11	15	50	1,5	8,8	86 %	20 %
Test 2	20	10	10	55	15	3,1	1,2	69 %	88 %
Test 3	30	12	12	20	60	0,5	5,4	96 %	55 %



Figur 3-29: Effektivitet i forhold til spordybde

Felles for begge utstyrsenhetene er at effektiviteten faller med økende spordybde, men vesentlig mer for utstyret fra Øveraasen enn for høvelen fra Pon Equipment. Dersom man ser på effektivitet i forhold til spordybde så gir begge utstyrene relativt gode resultater for 15-20 mm spor, men ved 50-60 mm spor så fungerte høvelen fra Pon Equipment mye bedre enn utstyret fra Øveraasen. Det ble ikke testet på spor mellom 20-50 mm, men det er ikke noe som tyder på at dette vil endre inntrykket av at løsningen med slapselameller påmontert en grind er et effektivt rydderedskap for fjerning av slaps.

Som en ser av Figur 3-29 er det store forskjeller på resultatene for RSS 200 på henholdsvis spor på 50 og 60 mm. En forklaring på dette var at det i forsøket som ga en effektivitet på 20 % (50 mm spor) ble bestemt hvor i vegbanen kosten skulle legge seg. Dette var valgfritt for testen med effektivitet på 55 % (60 mm spor). Resultatet blir altså bedre når sjåføren selv kan bestemme plassering av hjulgangen i forhold til asfaltsporene og dermed også kostens plassering for å få optimal ryddeeffekt.

Med bakgrunn i resultatene er det klart at Øveraasen har behov for å se nærmere på hvilken bredde det skal være mellom styrehjulene for kosten, da det utstyret må gi ett godt resultat med spor opptil 25 mm som er kravet i hb 111 til reasfaltering på parsellnivå (Figur 3-30).

I Figur 3-30 er det vist krav til spordybde og jevnhet i dagens hb 111. Hb 111 er for tiden under revidering, men man må gå ut ifra at snøryddingsutstyr som skal brukes på vegnettet må ha en god effektivitet på spor helt opptil 25 mm.

Parsellnivå				
<i>Spordybde og jevnhet: Ingen definert ensartet parsell skal ha verdier dårligere enn det som er gitt i tabellen nedenfor på mer enn 10 % av parsellen målt om høsten etter avsluttet dekkelegging.</i>				
ADT	Spordybde (mm)		Jevnhet (IRI)	
	Stamveg	Øvrig riksveg	Stamveg	Øvrig riksveg
0 - 300		25		7,0
301-1500	25	25	5,0	6,0
1500 -5000	25	25	4,5	5,1
> 5000	25	25	4,0	4,6

Figur 3-30: Krav til reasfaltering på parsellnivå (hb111)

3.7 Andre tester

Kosteutstyr er testet tidligere i Norge som en del av en større test av ulike typer ryddeutstyr sesongene 1991/92 og 1992/92 (Statens vegvesen 1993) og på Raufoss i 2006 i forbindelse med prosjektet Vinterdrift / TS Lillehammer (Giæver og Lindland 2006).

3.7.1 Testen sesongene 1991/92 og 1992/92

Den første testen (Statens vegvesen, 1993) omfattet følgende kosteutstyr:

- SAHL – 300, kost med 3 meter bredde
- SAHL – 350, kost med 3,5 meter bredde
- Slapsekaren, enakslet henger med påmontert salttank og spredebom. Det er to skråstilte 900 mm børster som ligger på et parallelogram. Denne konstruksjonen gir mulighet for å variere børstebredden i området 2,5 – 3,5 meter
- Oslokosten, kost med slapselameller

Konklusjonene fra testene sesongen 1991/92 og 1992/93:

- Totalt sett var Slapsekaren det mest effektive av de utstyrene som ble testet. I og med at denne enheten hadde isriverskjær, utkaster, slapselameller og kost ble det konkludert med at den kan mestre de situasjoner som opptrer på en vinterveg. Selv om utstyret bare var med på testene andre sesongen, viste alle prøver og erfaringer at resultatene ble gode. Størrelsen på utstyret vil imidlertid begrense bruken av det til hovedsakelig viktige, gjennomgående vegruter der tilstøtende, mindre veier blir ryddet med annet utstyr
- På små mengder rent slaps gir kostene det reneste sluttresultat dersom farten kan holdes under 30 km/t
- Koster egner seg ikke alene som slapseryddingsutstyr, men i kombinasjon med annet utstyr gir de gode resultater og farten kan da også økes

3.7.2 Testen på Raufoss

Testen på Raufoss (Giæver og Lindland, 2006) omfattet følgende utstyr:

- K70S-4000P med slapselameller fra Tellefsdal. Hardmetall slitestål av type Pigma. Slitestål delt inn i 6 seksjoner
- VD 4000 fra Tellefsdal. Dette er en variabel diagonalplog med teleskopisk vinge. Slitestål Joma 6000
- Tarron MS 34.1 elementplog fra Schmidt Norge med slapseelement i gummi. Stål Gummi Küper ”Kombi S36”. Slitestål delt inn i 3 seksjoner
- ”Høyhastighetskost” fra Tyske Dücker Maskinfabrikk. Kostebredden er 4 meter

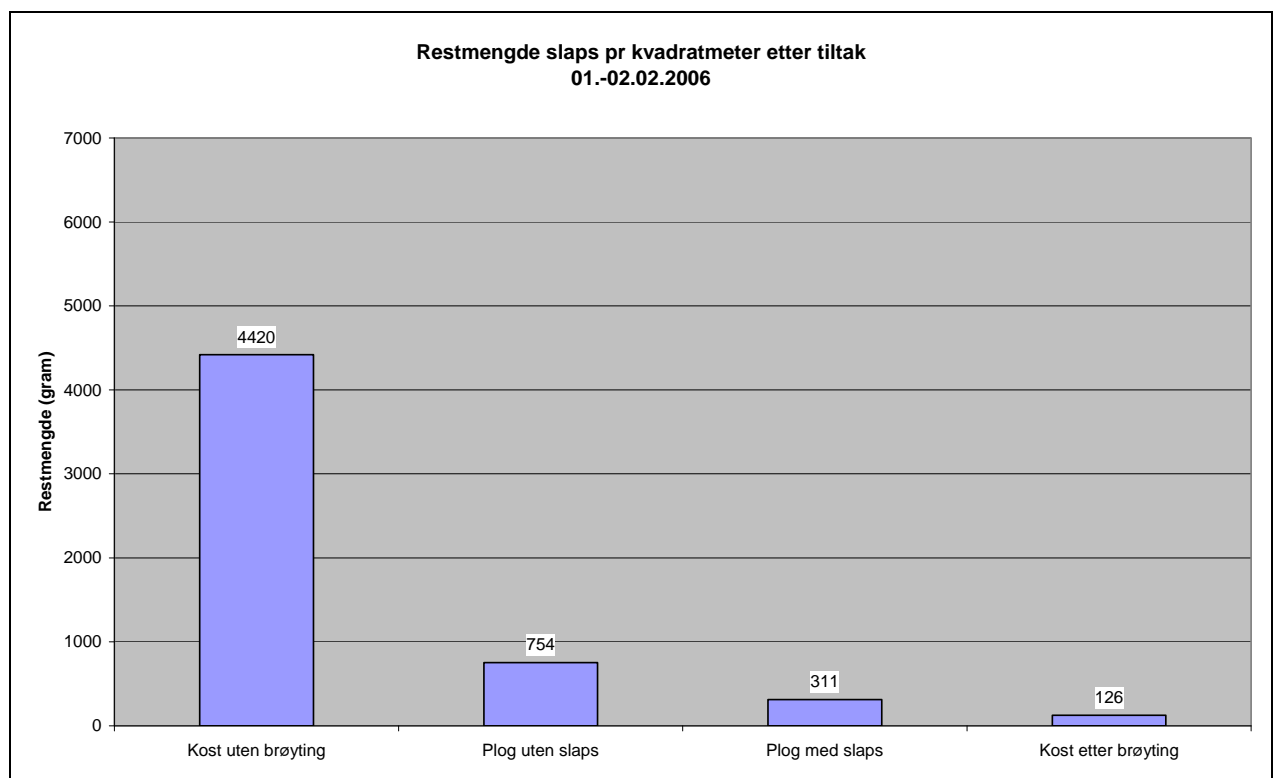
Raufosstesten var primært en test av ulike typer ploger, og det som var spesielt for kosteutstyret som ble testet på Raufoss var at kosten var frontmontert på en traktor og ikke var kombinert med plogutstyr.

Resultatene på snø viste liten forskjell mellom plog med og uten slapselameller. I sporene syntes det som om plog med slapselameller ga dårligere resultat enn plog uten slapselameller. På ryggen mellom sporene ryddet plog med slapselameller bort 20-25 % mer snø enn plog uten slapselameller. Andre gangs brøyting med plog med slapselameller fjernet 40-45 % av snøen som lå i sporene og 45-55 % av snøen som lå mellom sporene.

Ved å koste etter at det var brøytet 2 ganger ble det fjernet ytterligere ca 30 % av den opprinnelige snømengden i sporene og ca 20 % av den opprinnelige snømengden på ryggen mellom sporene. Etter tiltak med plog eller kost ble det på ryggen mellom sporene liggende igjen 30-50 % av den snømengden som ble liggende igjen i sporene.

Slapseforsøkene ble utført på nylagt asfalt uten spor. Lufttemperaturen varierte mellom 1 og 7 varmegrader. Hastigheten for plogene varierte mellom 30 og 39 km/time. Ved kosteforsøkene varierte hastigheten mellom 23 og 37 km/time. Forsøkene viste tidlig at en hastighet opp mot 40 km/time for kosten ikke ga tilfredsstillende resultat. Derfor ble hastigheten redusert for kosten.

Figur 3-31 viser restmengde slaps fra forsøkene på Raufoss. Ved brøyting med plog uten slapseenhet ble gjennomsnittlig 93 % av slapset fjernet. Ved brøyting med plog med slapseenhet ble gjennomsnittlig 97 % av slapset fjernet. Disse forsøkene tyder på at ved bruk av slapseelement på plog blir restmengde slaps på vegbanen mer enn halvert sammenlignet med bruk av plog uten slapseelement. Slapselameller bør derfor benyttes ved brøyting for å oppnå et best mulig resultat. Dersom det er slapselameller på plogen kan en sannsynligvis redusere saltmengden sammenlignet med bruk av plog uten slapselameller (eventuelt at det ikke er behov for å koste etter brøyting).



Figur 3-31: Restmengde slaps etter brøyting/kosting (1000 g slaps pr m² tilsvarer derfor ca 1,2 mm slapsehøyde). Kilde: (Gjæver og Lindland, 2006)

Ved kosting direkte på 2-3 cm slaps ble gjennomsnittlig 50-55 % av slapsen fjernet. Dette viser at kosting av slaps ikke er et aktuelt tiltak som 1. innsats. For at kosting skal være aktuelt må det være gjort mekanisk rydding med plog først.

Ved å koste etter at det var brøytet, ble mesteparten av slapsen fjernet. I forhold til den slapsmengden som var før brøyting blir det kun liggende igjen under 1 % etter både brøyting og kosting. I forhold til den slapsmengden som lå igjen før kosting (etter brøyting) ble 70-80 % av slapsen fjernet. Resultatene fra forsøkene på Vålerbanen viser at en oppnådde tilsvarende resultater som ved forsøkene på Raufoss. Det som er å bemerke til testene på Raufoss er at plogene der var helt optimalt justert og trolig lå så tett på vegoverflata at dette ikke var en helt realistisk driftssituasjon.

3.8 Oppsummering

Som ledd i prosessen med å finne fram til egnet ryddeutstyr for mekanisk fjerning av snø og slaps, er det gjennomført tester av følgende utstyr på ettervinteren 2009:

1. Slapsekaren, etterhengende kost og saltløsningsspreader. Tilhørende Statens vegvesen og til daglig stasjonert i Egersund
2. Jet Broom fra Boschung, komplett utstyr med plog, børste, blåsefunksjon og saltspreder. Hentet inn til testen i samarbeid mellom Veima AS og Boschung i Sveits
3. Ombygd RSS 200, etterhengende kost fra Øveraasen AS
4. Modifisert høvel med en ”grind” med slapseskjær der høvelskjæret normalt sitter, levert av Pon Equipment i samarbeid med Tellefsdal AS

Samtlige av de fire utstyrsenhetene ble testet på snø og slaps på Vålerbanen på et jevnt asfaltdekke 3.-5. mars. Det ble kjørt med ulike slapsmengder og ulike hastigheter. 31. mars ble det gjort en ny test med utstyrsenhetene fra Øveraasen og Pon Equipment på sporslitt veg for å se hvordan asfaltspor påvirker ryddeevnen. 31. mars ble det kjørt med lavere hastigheter enn på Vålerbanen.

På Vålerbanen var Slapsekaren den enheten som varierte mest i yteevne og som også kom dårligst ut totalt sett. For RSS 200 fra Øveraasen avtok ryddeevnen med økende hastighet. Jet Broom derimot presterte jevnt bra helt opp til 50 km/t. Når det gjelder høvelen med slapsegrind fra Pon Equipment/Tellefsdal ga den meget gode resultater på slaps under alle hastigheter. Det må presiseres at høvelen hadde gjennomgående lavere hastighet enn de andre utstyrene (5-10 km/t).

Testene 31. mars ble foretatt på Fv 544. Vegdekket var så sporslitt at testbetingelsene var meget krevende, og stod i stor kontrast til de ideelle forholdene en hadde på Vålerbanen. På et vegdekke av en så dårlig standard som på Fv 544 er det sannsynlig at type plog og plogskjær vil påvirke sluttresultatet, men dette ble ikke undersøkt nærmere.

Felles for begge utstyrsenhetene som ble testet 31. mars er at effektiviteten faller med økende spordybde, men vesentlig mer for utstyret fra Øveraasen enn for høvelen fra Pon Equipment. Dersom man ser på effektivitet i forhold til spordybde så ga begge utstyrsenhetene relativt gode resultater for 15-20 mm spor, men ved 50-60 mm spor så fungerte høvelen fra Pon Equipment mye bedre enn utstyret fra Øveraasen. Det ble ikke

testet på spor mellom 20-50 mm, men det er ikke noe som tyder på at dette ville gitt resultater som endrer inntrykket av at løsningen med slapselameller påmontert en grind er et effektivt rydderedskap for fjerning av slaps.

Vurdert ut fra ryddeevnen på slaps, må alle utstyrsenhetene som ble testet på Vålerbanen gis godkjent karakter på plant underlag. Ut fra resultatene på sporslitt veg, ser høvelen fra Pon Equipment påmontert slapsegrind ut til å takle spor opp til 50-60 mm på en meget tilfredsstillende måte. Øveraasen ser imidlertid ikke ut til å være helt i mål med sitt kostekonsept, og bør også se nærmere på den totale løsningen inkludert frontplogen for å optimalisere ryddeevnen på sporete veg.

Manøvreringstesten som ble utført konkluderer med at utstyrene vil være manøvreringsdyktige på ett vegnett som er i henhold til håndbok 017.

Litteraturliste

- Giæver, Terje
Lindland, Terje Vinterdrift / TS Lillehammer. Utprøving av ploger og kosteutstyr på Raufoss 31. januar – 2. februar 2006. SINTEF notat N-11/06. Oktober 2006
- Statens vegvesen Utstyr for fjerning av slaps. Testresultater og konklusjoner fra vintersesongene 1991/92 og 1992/93 Vegdirektoratet, driftsavdelingen, Vedlikeholdskontoret, rapport 93-311. September 1993
- Statens vegvesen Veg – og gateutforming. Håndbok 017. Normaler. Teknologiavdelingen. Statens vegvesen Vegdirektoratet, mai 2008
- Statens vegvesen Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Håndbok 263. Veiledning. Statens vegvesen Vegdirektoratet, desember 2008
- Statens vegvesen Standard for drift og vedlikehold. Håndbok 111. Statens vegvesen Vegdirektoratet, mai 2003

Vedlegg 1

Bilder fra tester tirsdag 3. mars



Jetbroom



Slapsekaren



Pon høvel



RSS 200



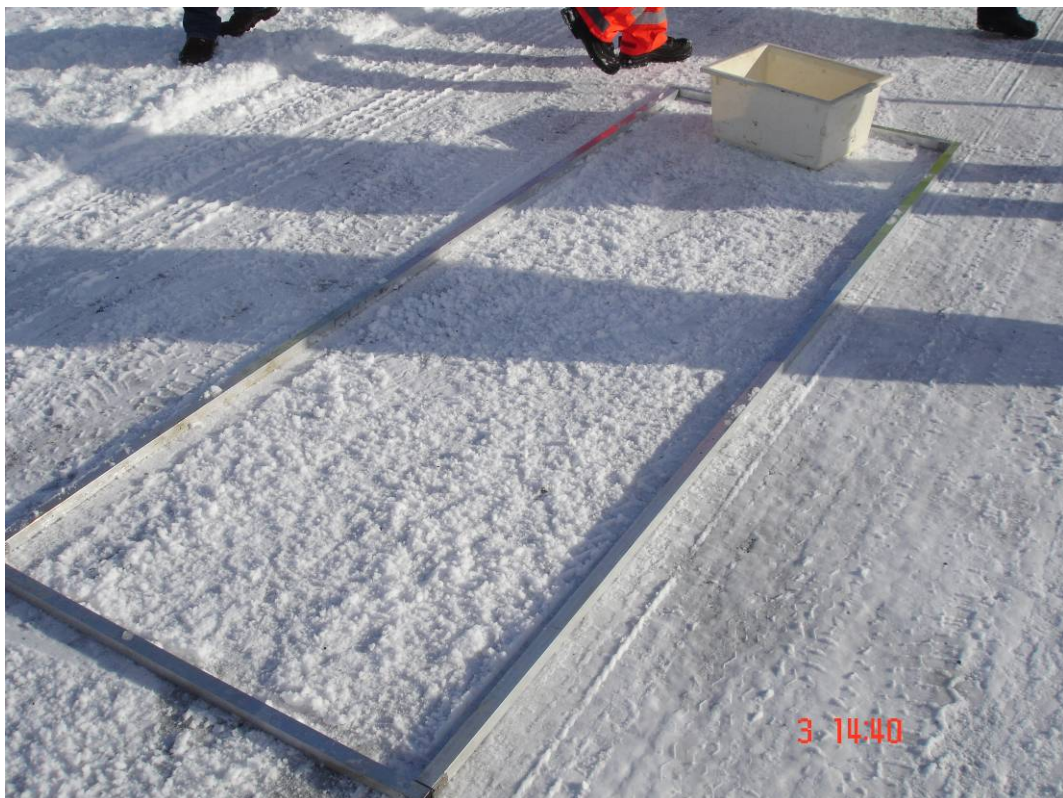
Overfart 1, Slapsekaren



Overfart 2, Slapsekaren



Overfart 1, RSS 200



Overfart 2, RSS 200



Overfart 1, Jetbroom (bare en overfart)



Overfart 1, Jetbroom (bare en overfart)



Overfart 1, Slapsekaren



Overfart 2, Slapsekaren

Vedlegg 2

Bilder fra tester onsdag 4. mars



Pon høvel



Slapsekaren



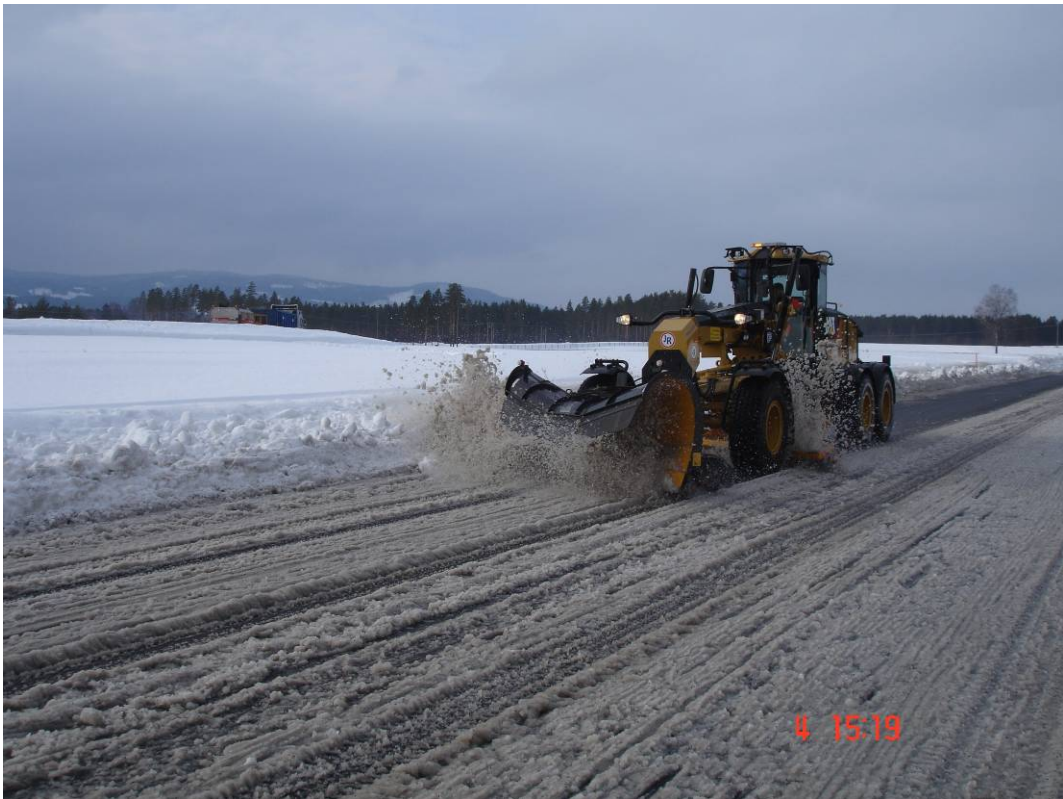
RSS 200



Jetbroom



Jetbroom



Pon høvel



Slapsekaren



RSS 200



Jetbroom

Vedlegg 3

Bilder fra tester torsdag 5. mars



Slapsekaren



Slapsekaren



Før overfart med Jetbroom





Jetbroom



Jetbroom



Før overfart med RSS 200





RSS 200



RSS 200



Pon høvel





Pon høvel



Slapsekaren



Slapsekaren



Pon høvel



RSS 200



RSS 200 til venstre, Pon høvel til højre



Jetbroom



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 814 2 Dep
N - 003 3 Oslo

Tlf. (47) 22 07 35 00
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504- 500 5