

STF63 A95005 - Åpen

RAPPORT

Salting og trafikksikkerhet

Saltingens effekt på ulykker og kjørefart

Kristian Sakshaug, Torgeir Vaa

SINTEF Samferdselsteknikk

Januar 1995

**SINTEF****SINTEF Samferdselsteknikk**

Postadresse: 7034 Trondheim
 Besøksadresse: Høgskoleringen 7E
 Telefon: 73 59 46 60
 Telefax: 73 59 46 56 NTH
 73 59 46 23 NHL
 Telex: 55 620 sintf n
 Foretaksnr.: 948007029

RAPPORT

TITTEL

SALTING OG TRAFIKKSIKKERHET**Saltingens effekt på ulykker og kjørefart**

FORFATTER(E)

Siviling, Kristian Sakshaug
 Siviling, Torgeir Vaa

OPPDRAAGSGIVER(E)

Statens vegvesen Vegdirektoratet
 Driftsavdelingen

ARKIVKODE

632719.03

GRADERING

Åpen

OPPDRAAGSGIVERS REF.

Overing, Ole Peter Resen-Fellie

ELEKTRONISK ARKIVKODE

M:\VELLES\PRO\632719.03\9-95005.FSD

PROSJEKTNR.

632719.03

ANTALL SIDER OG BILAG

67

ISBN

82-595-8833-1

PRISGRUPPE

kr 200.-

FAGLIG ANSVARLIG

Kristian Sakshaug/Torgeir Vaa

RAPPORTNR.

STF63 A95005

DATO

Januar 1995

ANSVARLIG SIGNATUR

Avdelingssjef Birger Elvestad

SAMMENDRAG

Vegdirektoratet satte i 1991 i gang en større norsk undersøkelse for å finne ut hva saltbruken har å si for trafikkulykkene. For å ha et best mulig grunnlag å trekke konklusjoner på er det gjennomført 2 uavhengige studier basert på politirapporterte ulykker med personskade:

Del 1 *Før-etterundersøkelse*. Undersøkelse av effekten av å salte tidligere usaltet vegnett.

Del 2 *Sammenlignende studie*. Sammenligning av ulykkesfrekvensen på saltet og usaltet vegnett. Omfatter også registrering av vær- og føreforhold og gjennomførte tiltak samt en undersøkelse av hvordan salting innvirker på kjørefarten.

I denne rapporten er det gitt en samlet framstilling av hovedresultatene fra de 2 delundersøkelsene. For hver av ulykkesstudiene er det i tillegg utgitt en delrapport som redegjør mer detaljert for både opplegg og resultater.

Hovedkonklusjon:

Salting slik den foregår i dag reduserer antall politirapporterte trafikkulykker i saltingssesongen med i størrelsesorden 20%.

Dette er en konklusjon som trekkes ut fra en total vurdering av resultatet fra før-etterundersøkelsen og fra den sammenlignende undersøkelsen.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	SAMFERDSEL	TRANSPORT
GRUPPE 2	VEG	ROAD
EGENVALGTE	VINTERVEDLIKEHOLD	WINTER MAINTENANCE
	SALT	SALT
	TRAFIKKSIKKERHET	TRAFFIC SAFETY

Forord

Utgangspunktet for å ta i bruk salt i vintervedlikeholdet har vært fremkommelighetshensyn. Saltingens innvirkning på trafikkulykkene har til nå vært usikker. Dette var bakgrunnen for at Vegdirektoratet høsten 1991 satte i gang et 3-årig prosjekt for å undersøke den trafikksikkerhetsmessige effekten av å bruke salt i vintervedlikeholdet. Undersøkelsen er landsomfattende og har involvert samtlige vegkontor. Mange vegstasjoner er også trukket inn i gjennomføringen av prosjektet.

For å få et best mulig grunnlag å trekke konklusjonene på, ble det valgt å benytte 2 forskjellige metodiske angrepsmåter. Undersøkelsen består derfor av 2 adskilte ulykkesstudier:

- Del 1:* Før-/etterundersøkelse av effekten på personskadeulykker av å salte tidligere usaltet vegnett.
- Del 2:* Sammenligning av ulykkesfrekvens på saltet og usaltet vegnett.

For å utdype og forklare eventuelle forskjeller i ulykkesfrekvensen på saltet og usaltet vegnett, er det også undersøkt hvordan salting innvirker på kjørefarten.

Del 1 omfatter riksveger fra og med Sør-Trøndelag og sørover hvor salting er startet opp i perioden 1983-90.

Vegstrekningene som inngår i *del 2* ligger på stamvegnettet, og samtlige fylker er representert. Disse har vært gjenstand for detaljert oppfølging i sesongene 1991/92, 1992/93 og 1993/94 med registrering av vær- og føreforhold, gjennomførte tiltak og fartsmålinger.

Hovedresultatene fra prosjektet presenteres i denne rapporten. I tillegg er det utarbeidet en mer detaljert delrapport for hver av de to delundersøkelsene.

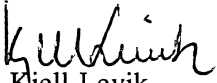
Deltagelsen fra vegkontorene og vegstasjoner med både eget personell og private brøytere har vært avgjørende for at det har vært mulig å gjennomføre et prosjekt av et slikt omfang. Det rettes derfor en stor takk til alle som har bidratt; både de som har lagt forholdene til rette for deltagelse i prosjektet og de som har utført det praktiske feltarbeidet ved vegstasjonene og på kjøretøyene.

Til støtte under arbeidet med prosjektet har det vært en prosjektgruppe bestående av:

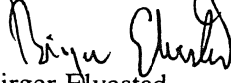
Overing. Torgrim Dahl, Statens vegvesen Oppland
 Overing. Henrik Hvoslef, Miljø- og trafikksikkerhetsavdelingen, Vegdirektoratet
 Overing. Ole Peter Resen-Fellie, Driftsavdelingen, Vegdirektoratet
 Avd. ing. Åge Sivertsen, Statens vegvesen Sør-Trøndelag
 Overing. Magne Smeland, Statens vegvesen Hedmark
 Vegmester Odd I. Smådahl, Statens vegvesen Akershus
 Avd. ing. Roar Støtterud, Driftsavdelingen, Vegdirektoratet

Prosjektleder i Vegdirektoratet har vært overing. Ole Peter Resen-Fellie. Ved SINTEF Samferdselsteknikk har forsker Kristian Sakshaug og forsker Torgeir Vaa hatt ansvaret med sistnevnte som prosjektleder. De har også skrevet denne rapporten. Siviling. Arvid Aakre og forsker Terje Moen har vært delaktige i den elektroniske databehandlingen.

Oslo, januar 1995


 Kjell Levik
 Driftsdirektør
 Vegdirektoratet, Driftsavdelingen

Trondheim, januar 1995


 Birger Elvestad
 Avdelingssjef
 SINTEF Samferdselsteknikk

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Innholdsfortegnelse	II
Sammendrag	IV
1 Innledning	1
1.1 <i>Bakgrunn</i>	1
1.2 <i>Tidligere undersøkelser</i>	2
1.3 <i>Ulykkessituasjonen på vegnettet</i>	3
1.4 <i>Dagens sandings- og saltingspraksis</i>	3
2 Saltingens effekt på personskadeulykker	4
2.1 <i>Generelt om ulykkesstudiene</i>	4
2.2 <i>Registreringsopplegg for ulykkesstudiene</i>	4
2.2.1 <i>Opplegg for før-etterundersøkelsen</i>	4
2.2.2 <i>Opplegg for den sammenlignende undersøkelsen</i>	5
2.3 <i>Beskrivelse av datamaterialet</i>	8
2.3.1 <i>Før-etterundersøkelsen</i>	8
2.3.2 <i>Sammenlignende undersøkelse</i>	12
2.4 <i>Analysemetodikk</i>	16
2.4.1 <i>Før-etterundersøkelsen</i>	16
2.4.2 <i>Sammenlignende undersøkelse</i>	18
2.5 <i>Resultater</i>	19
2.5.1 <i>Generelt om presentasjon av resultatene</i>	19
2.5.2 <i>Effekt på totalt antall personskadeulykker</i>	19
2.5.3 <i>Effekt på personskadeulykker i ulike deler av saltingssesongen</i> ..	22
2.5.4 <i>Endring i antall personskadeulykker på strekninger som ligger inntil saltstrekninger</i>	24
2.5.5 <i>Saltingens effekt på strekninger med ulike karakteristika</i>	25
2.5.6 <i>Saltingens effekt på ulike grupper ulykker</i>	28
3 Saltingens effekt på forsikringskader	31
3.1 <i>Generelt om datagrunnlaget</i>	31
3.2 <i>Oversikt over datamaterialet</i>	31
3.3 <i>Resultater</i>	31

4	Saltingens effekt på kjørefart	33
4.1	<i>Undersøkelsesopplegg</i>	33
4.2	<i>Oversikt over datamaterialet</i>	34
4.3	<i>Analyseresultater</i>	38
	4.3.1 Fartsnivå ved ulike vær- og føreforhold	38
	4.3.2 Sammenheng mellom fart og friksjon	42
	4.3.3 Fartsvariasjon før og etter gjennomføring av ulike tiltak	45
4.4	<i>Fart og friksjon sett i sammenheng med resultater fra ulykkesanalysen</i> ..	47
4.5	<i>Beregning av tidseffekter</i>	50
	4.5.1 Generelt	50
	4.5.2 Eksempel på tidseffekter på saltet og usaltet vegnett	50
5	Konklusjoner	53

Sammendrag

Generelt

Salt har vært i bruk på det norske vegnettet siden før 1970, og det har vært en gradvis økning i saltbruken på de viktigste vegene. Saltingen har i første rekke vært benyttet for å bedre framkommeligheten under vanskelige kjøreforhold. Det er derimot reist tvil om salting har positiv trafiksikkerhetsmessig effekt. Dette er bakgrunnen for at Vegdirektoratet i 1991 satte i gang en større norsk undersøkelse for å finne ut hva saltbruken har å si for trafikkulykkene.

For å ha et best mulig grunnlag å trekke konklusjoner på er det gjennomført 2 uavhengige studier basert på politirapporterte ulykker med personskade:

Del 1 *Før-etterundersøkelse*. Undersøkelse av effekten på personskadeulykker av å salte tidligere usaltet vegnett.

Del 2 *Sammenlignende studie*. Sammenligning av ulykkesfrekvensen på saltet og usaltet vegnett.

For å utdype og forklare en eventuell forskjell i ulykkesfrekvens på saltet og usaltet vegnett, er det også undersøkt hvordan salting innvirker på kjørefarten.

Del 1 omfatter riksveger fra og med Sør-Trøndelag og sørover som er startet saltet fra 1983 og fram til 1990. *Del 2* omfatter deler av stamvegnettet og består av strekninger spredt over hele landet. Kun unntaksvis inngår en vegstrekning både i del 1 og del 2.

For å understøtte ulykkesanalysene er det foretatt registrering av vær- og føreforhold, gjennomførte tiltak og målt fart på vegnettet som er med i den sammenlignende studien.

I denne rapporten presenteres hovedresultatene. For hvert av ulykkesstudiene er det i tillegg utgitt en delrapport som redegjør mer detaljert for både opplegg og resultater.

Datagrunnlaget

I *før-etterundersøkelsen* foreligger det data for 1947 km saltede veger. På disse har det til sammen i før- og etterperioden skjedd 2360 politirapporterte personskadeulykker. I gjennomsnitt er førperiodene like lange som etterperiodene (2,7 år).

I *den sammenlignende studien* inngår 839 km saltede og 540 km usaltede 2-felts veger. På disse har det i løpet av 3 vintersesonger skjedd 427 politirapporterte personskadeulykker på saltede strekninger og 137 ulykker på usaltede strekninger.

I tillegg foreligger det data for 42 km saltede 4-felts veger. På disse har det i de samme vintersesongene skjedd 103 ulykker.

Saltingens effekt på personskadeulykkene

- Salting slik den foregår i dag reduserer antall politirapporterte trafikkulykker i saltingssesongen med i størrelsesorden 20%.

Dette er en konklusjon som trekkes ut fra en total vurdering av resultatet fra før-etterundersøkelsen og fra den sammenlignende undersøkelsen.

I *den sammenlignende undersøkelsen* har vi funnet at salting reduserer ulykkesfrekvensen i saltingssesongen med 26%. Gjennomsnittseffekten i *før-etterundersøkelsen* er beregnet til 11% reduksjon i personskadeulykkene.

Det kan derfor synes som om det er betydelig forskjell på resultatene fra den sammenlignende undersøkelsen og fra før-etterundersøkelsen. Imidlertid baserer før-etterundersøkelsen seg på data fra strekninger som er startet saltet fra 1983 til 1990. På mange måter kan vi derfor si at før-etterundersøkelsen gir gjennomsnittseffekten av den saltingen som har vært foretatt i løpet av nevnte periode. Den sammenlignende undersøkelsen gir effekten av salting slik den nå foregår. På grunn av bedre rutiner kan det være grunn til å anta at det har skjedd en kvalitetsheving på saltingen siden 1983. I før-etterundersøkelsen er reduksjonen i antall trafikkulykker fra før- til etterperioden størst (22%) for de strekninger som ble startet saltet i 1988 og senere, mens det ikke er registrert noen nedgang for de som ble startet saltet før 1988. *Totalt sett konkluderer vi derfor med at salting slik den i dag foregår reduserer antall trafikkulykker med personskade i vintersesongen med i gjennomsnitt ca. 20%.*

Resultatene fra de to ulykkesstudiene gir ellers grunnlag for å trekke følgende konklusjoner:

- Saltingen gir større ulykkesreduksjon i overgangsperiodene høst og vår (månedene oktober-november og mars/april) enn i vintermånedene.
- Det er ingen indikasjoner på at salting medfører noen ulykkesøkning på tilliggende strekninger som ikke saltes.
- Salting gir større reduksjon av antall alvorlige ulykker enn av antall ulykker med lett skade.

VI

- Salting reduserer antall ulykker på dagtid mer enn antall ulykker kveld/natt.
- I følge før-etterundersøkelsen har salting større effekt der fartsgrensen er 80 eller 90 km/t enn der den er 50, 60 eller 70.
- Selv etter salting skjer en betydelig andel av ulykkene på vinterføre (helt eller delvis snø- eller isdekket kjørebane).
- Saltingen gir større ulykkesreduserende effekt på veger med dårlig enn på veger med god horisontalgeometri.
- Saltingen har størst ulykkesreduserende effekt på veger der vegbanen ville vært dekket av snø og is store deler av saltingssesongen dersom salting *ikke* hadde vært gjennomført.

Saltingens effekt på forsikringskader

- Risikoen for å bli involvert i forsikringsuhell har vært 1,9 ganger høyere på den usaltede enn på den saltede strekningen på Rv 7 i Buskerud som er med i den sammenlignende studien.

Resultatet av analysen av forsikringskadene tyder på at saltingen reduserer forsikringskadene i enda større grad enn de politirapporterte personskadeulykkene.

Saltingens effekt på kjørefart og sammenheng mellom friksjon og ulykker

- Det skjer en fartsreduksjon på alle typer vinterføre, og fartsreduksjonen i forhold til farten på tørr/bar veg er større jo lavere friksjonen er på en bestemt føretype.
- Den absolutte endring i gjennomsnittsfart (i forhold til tørr, bar veg) på grunn av vær- og føreforhold, er tilnærmet uavhengig av fartsnivået på stedet (dvs på tørr, bar veg). Dette innebærer at trafikantene kjører forttere på glatt føre jo høyere fartsnivået er under gode kjøreforhold.
- Kombinasjoner av isføre og regn gir den største fartsreduksjonen i forhold til farten ved tørr/bar veg. Farten settes da i gjennomsnitt ned med ca 12 km/t.
- Fartsreduksjonen ved dårlige friksjonsforhold er på langt nær stor nok til å opprettholde samme stopplengde som på tørr, bar veg.

- Salting på snøføre fører til fartsøkning, og farten når nesten opp mot nivået før snøfallet i løpet av de 20 første timene etter tiltakstidpunktet. Sanding på is har også en slik effekt uten at tiltakene derved kan sammenlignes fordi virkningen på friksjonen er forskjellig.
- I gjennomsnitt er det i løpet av vinteren glatt føre ca 11% av tiden på saltet vegnett og på usaltet vegnett er det glatt føre ca 43% av tiden.

Sammenhengen mellom friksjon og kjørefart som er funnet, illustrerer virkningen av saltingen og bidrar til å forklare hvorfor salt som gir bedre friksjon har en ulykkesreducerende effekt.

Beregning av tidseffekter

I rapporten er det vist hvordan sammenhengen mellom salting og fordeling på føreforhold og mellom gjennomsnittsfart og føreforhold, kan brukes til å beregne hvordan salting påvirker tidsforbruket på en strekning. Beregningene viser at en oppnår en betydelig tidsgevinst over vinteren ved å salte en strekning. På en strekning med et fartsnivå under gode kjøreforhold på 80 km/t, som er 60 km lang og har en døgntrafikk på 4000, utgjør forskjellen mellom saltet og usaltet vegnett ca 25.000 kjøretøytimer over en vinterperiode på 140 dager.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Utgangspunktet for at salt er tatt i bruk i vintervedlikeholdet, har først og fremst vært at dette er et effektivt tiltak for å bedre fremkommeligheten. Det er derimot reist tvil om salting i det hele tatt har positiv effekt på trafikksikkerheten. På denne bakgrunn, og for å framskaffe et sikrere grunnlag for vegvesenets policy når det gjelder friksjonsforbedrende tiltak, satte Vegdirektoratet i 1991 i gang en større norsk undersøkelse for å klarlegge hvilken innvirkning saltbruken har på trafikkulykkene.

Undersøkelsen er landsomfattende og inkluderer alle fylker. Den består av 2 ulike ulykkesstudier hvor det er anvendt forskjellig metodikk. Dette er gjort for å få et bredest mulig grunnlag å trekke konklusjoner på:

Del 1 Før-etterundersøkelse hvor vi undersøker effekten på personskaueulykker av å salte tidligere usaltet vegnett (veger som er startet saltet i perioden 1983-90).

Del 2 Sammenlignende studie hvor vi sammenligner ulykkesfrekvensen for saltet og usaltet vegnett.

Del 1 omfatter riksveger fra og med Sør-Trøndelag og sørover som er startet saltet i løpet av perioden 1983-1990. En kan på en måte si at før-etterundersøkelsen gir gjennomsnittlig effekt av den salting som har foregått i nevnte periode.

Del 2 omfatter strekninger på stamvegnettet spredt over hele landet. Ulykkesfrekvensen (både for saltet og usaltet vegnett) er beregnet for perioden 15.10.91 til 15.04.94 med oppsplitting i sommer og vinter (saltingssesong).

For både del 1 og del 2 består datamaterialet av politirapporterte personskaueulykker. For noen få strekninger i den sammenlignende undersøkelsen har vi imidlertid også data om forsikringsrapporterte uhell. Hvilken effekt saltingen har på denne type uhell, er beskrevet i et eget kapittel.

For å kunne belyse og forklare de trafikksikkerhetsmessige virkningene av saltbruken, har en i prosjektet også undersøkt hvordan fart og framkommelighet blir påvirket av ulike strategier for bedring av friksjonsforholdene. På vegnettet i den sammenlignende studien er det derfor foretatt detaljert oppfølging sesongene 1991/92, 1992/93 og 1993/94 med registrering av vær- og føreforhold, gjennomførte tiltak og fartsmålinger.

1.2 Tidligere undersøkelser

Det eksisterer svært lite norsk dokumentasjon når det gjelder saltingens effekt på trafikkulykker. Det finnes heller ikke mange utenlandske undersøkelser om emnet. Noen av de mest aktuelle er en finsk undersøkelse fra 1987¹ og det svenske MINSALT-prosjektet².

I den finske undersøkelsen som er basert på politirapporterte ulykker, er det beregnet ulykkesfrekvenser ved ulike føreforhold. Ulykkesfrekvensen var i gjennomsnitt 0,26 ulykker pr million kjøretøykilometer ved tørr og bar veg. Ved våt vegbane og ved snøføre ble det funnet at ulykkesfrekvensen var 2-3 ganger større enn ved tørr og bar vegbane. Ved slaps-/sørpeføre og ved iset vegbane var ulykkesfrekvensen hele 10-20 ganger høyere enn ved tørr og bar veg. Ulykkesfrekvensen ved iset vegbane viste seg også å være avhengig av hvor stor del av trafikkarbeidet som ble utført på iset veg. Det ble funnet at risikoen på iset veg var minst der en relativt stor del av trafikkarbeidet foregikk på iset veg.

For å se om det var mulig å øke de saltfrie områdene i Sverige, ble det i MINSALT-prosjektet gjort forsøk med slutte å salte tidligere saltet vegnett på Gotland, i Kopparberg og i Vesterbotten. Forsøkene ga noe forskjellig resultat i de 3 områdene. Den totale effekten av å slutte å salte, ble beregnet til en ulykkesøkning på henholdsvis 6 og 21%, avhengig av hvilket kontrollområde som ulykkesutviklingen på forsøksvegnettet ble sammenlignet med. Resultatene må sees i lys av at vintervedlikeholdet ble intensivert i forsøksområdene. Det ble også drevet en omfattende kampanjevirkosomhet for å unngå ulykkesøkning som følge av at man sluttet å salte.

Dersom ulykkessituasjonen på det tidligere saltede vegnett (saltingen er gjenopptatt både i Kopparberg og Västerbotten) sammenholdes med årsdøgntrafikken, ble det funnet en ulykkesøkning i hele det undersøkte ÅDT-området (1000-4000). Økningen ble funnet å være signifikant for veger med mer enn 1800 kjøretøy pr døgn. For mindre trafikkerte veger gir ikke resultatene fra MINSALT-prosjektet like klar beskjed om hvilken type friksjonstiltak som er best ut i fra en trafiksikkerhetsmessig synsvinkel.

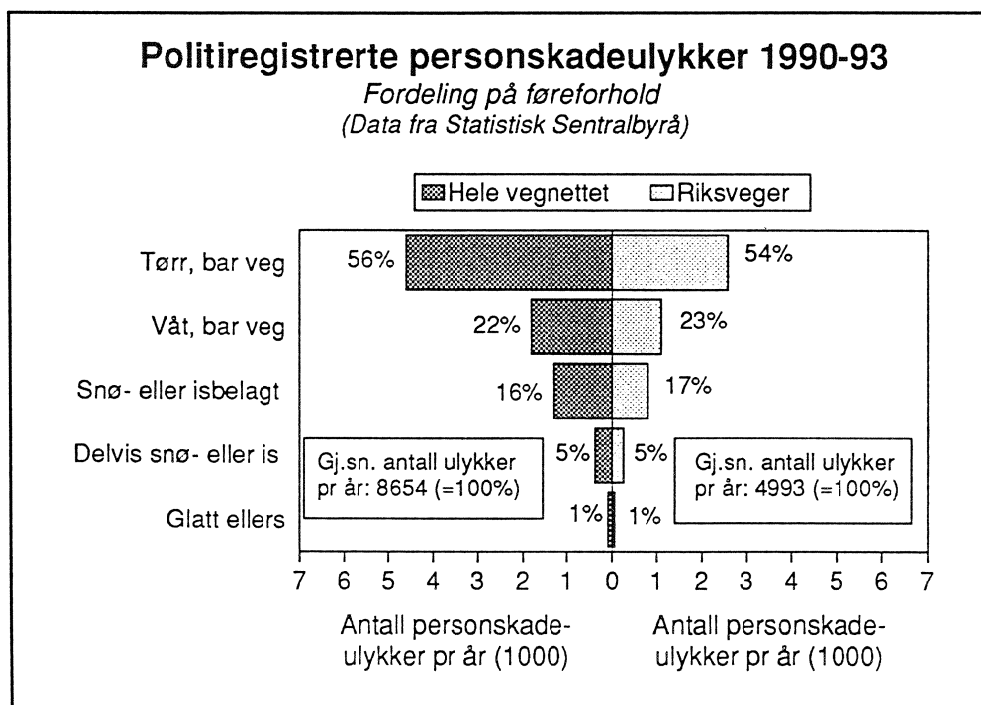
¹ Polvinen: Ulykkesrisiko under vinterføre. Veg- og vannutbyggingsdirektoratet. Helsingfors 1987.

² Øberg, Gustafson og Axelson: Effektivare halkbekämpning med mindre salt - MINSALT-prosjektet. VTI-rapport 369, januar 1991.

1.3 Ulykkesituasjonen på vegnettet

Totalt skjer det ca. 8600 politirapporterte personskadeulykker i Norge hvert år (gjennomsnitt for årene 1990-93). Ca 5000 av disse skjer på riksveger. For hele vegnettet under ett skjer 22% på vinterføre/glatt føre. Dette utgjør omlag 1900 personskadeulykker pr år.

Tilsvarende tall for riksvegene er 23% og omlag 1200 ulykker på vinterføre/glatt føre pr. år (se figur 1.1 nedenfor).



Figur 1.1

1.4 Dagens sandings- og saltingspraksis

Salt har vært i bruk på det norske vegnettet siden før 1970. Første ute var Oslo og Akershus. Det har vært en gradvis økning i saltbruken, og i dag saltes ca 8000 km av riksvegnettet. 5000 km av disse saltes hele vintersesongen, mens 3000 km bare saltes i overgangsperiodene mellom høst og vinter og mellom vinter og vår.

Fylker som ikke salter eller som bare bruker salt i beskjedent omfang, benytter sand for å bedre friksjonsforholdene. En del fylker kombinerer salt og sand på en del strekninger. Det vanlige er da at salt benyttes i overgangsperiodene og at det sandes i den mellomliggende vinterperioden.

2 Saltingens effekt på personskadeulykker

2.1 Generelt om ulykkesstudiene

Som nevnt i innledningen er det gjennomført to studier for å kartlegge saltingens innvirkning på trafikkulykkene:

Del 1: *Før-etterundersøkelse* hvor vi for ett og samme vegnett har sett på hvordan antall personskadeulykker har endret seg fra før til etter saltpraksis er innført.

Del 2: *Sammenlignende studie* hvor ulykkesfrekvensen for et saltet vegnett sammenlignes med tilsvarende for et usaltet vegnett. Ulykkesfrekvensen beregnes for samme tidsperiode både for saltet og usaltet vegnett.

Bare unntaksvis inngår en vegstrekning både i del 1 og del 2. De to delene kan derfor betraktes som to uavhengige undersøkelser.

For en mer detaljert redegjørelse for de to ulykkesstudiene (både når det gjelder opplegg og resultater), vises til de to delrapportene³.

2.2 Registreringsopplegg for ulykkesstudiene

2.2.1 Opplegg for før-etterundersøkelsen

Strekningene som er med i undersøkelsen ble valgt ut ved vegkontorene ut fra på forhånd gitte kriterier. Disse innebærer at

- Strekningene ligger på riksveger som er blitt startet saltet i perioden 1983-1990.
- I etterperioden har det vært etablert en fast saltingspraksis. Strekninger som bare er saltet sporadisk, er ikke med.
- Saltstrekningene ligger utenfor byområder. 50-soner gjennom mindre tettsteder er imidlertid med.

³ Sakshaug, Kristian: Salting og trafikksikkerhet, del 1: Endring i antall ulykker før/etter salting av veger utenfor byområder (før-etterundersøkelse).

Vaa, Torgeir: Salting og trafikksikkerhet, del 2: Sammenligning av ulykkesfrekvens på saltet og usaltet vegnett. Saltingens effekt på kjørefarten.

Ved hjelp av et registreringsskjema, ble data om strekningenes geometri, sandings- og saltingspraksis samt trafikkbelastning innhentet fra vegkontorene. Ulykkesdata er hentet direkte fra Vegdatabanken.

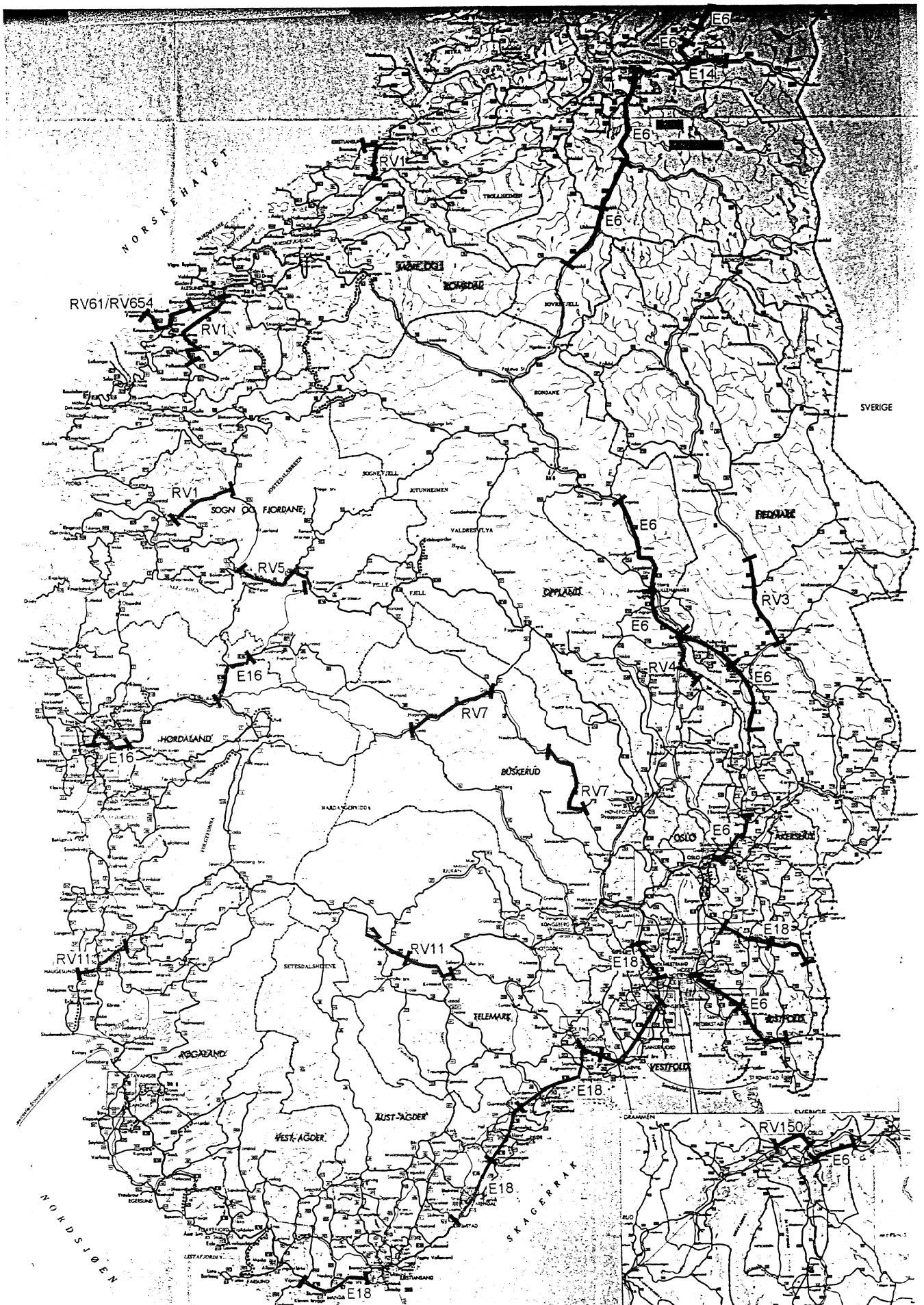
2.2.2 Opplegg for den sammenlignende undersøkelsen

I samråd med vegkontorene ble det valgt ut 45 vegstrekninger bestående av både saltede og usaltede veger fordelt over hele landet. Ved utvelgelsen av strekninger i de enkelte fylkene ble det lagt til grunn følgende kriterier:

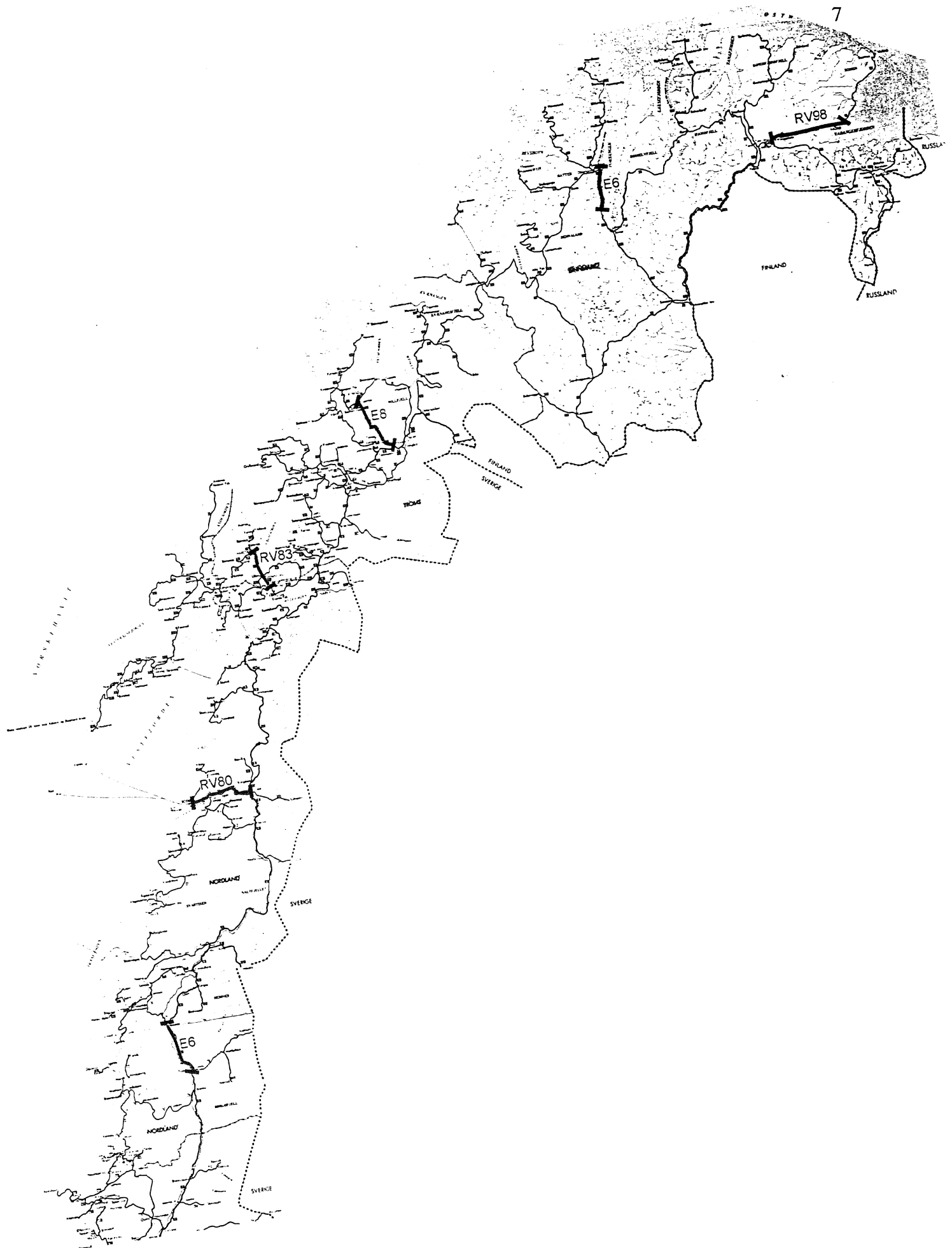
- Fra hvert fylke skulle det velges minimum en saltstrekning og en strekning som ikke saltetes. Disse skulle så langt som mulig være sammenlignbare med hensyn på alle andre karakteristika enn salting/ikke salting.
- Strekningene skulle ligge på stamvegnettet, utenfor tettbygd strøk og ha en lengde på 50-60 km.

Alle fylkene er representert med strekninger i den sammenlignende studien, men antall strekninger fra hvert fylke varierer. Noen fylker har med bare 1 strekning, flestparten har 2 strekninger og noen deltar i prosjektet med 3 eller 4 strekninger. Kartutsnittene på figur 2.1 og 2.2 de følgende to sider viser lokaliseringen av de enkelte strekninger som inngår i den sammenlignende studien.

For hver av strekningene er det hentet ut ulykkesdata fra Vegdatabanken. Dataene er basert på politirapporterte ulykker med personskaide.



Figur 2.1: Oversikt over strekninger i Sør-Norge som inngår i den sammenlignende studien.



Figur 2.2: Oversikt over strekninger i Nord-Norge som inngår i den sammenlignende studien.

2.3 Beskrivelse av datamaterialet

2.3.1 Før-etterundersøkelsen

Tabell 2.1: Oversikt over strekninger i før-etterundersøkelsen.

Type vegstrekning		Antall km
Saltet vegstrekning	Saltes hele vinteren	1289
	Saltes i overgangsperiodene og ved lignende forhold	658
	Sum saltet veg	1947
Usaltet strekning før/etter saltet strekning		31
Usaltet sideveg inntil saltet strekning (kryss)		47

I før-etterundersøkelsen foreligger det data for totalt 1947 km saltede riksveger, noe som tilsvarer ca 20% av det saltede vegnettet og 8% av riksvegnettet totalt. Av de 1947 kilometrene ble 1289 (66%) saltet hele vintersesongen, mens 658 km (34%) ble saltet bare i overgangsperiodene mellom høst/vinter og vinter/vår.

I tillegg har vi data for 31 1-km's usaltede strekninger som ligger i forlengelsen av en saltstrekning, og 47 1-km's usaltede strekninger som er sideveger i kryss med saltet strekning. Disse ble tatt med for å se om salting medfører endring i ulykkestallet på tilliggende strekninger som ikke saltes.

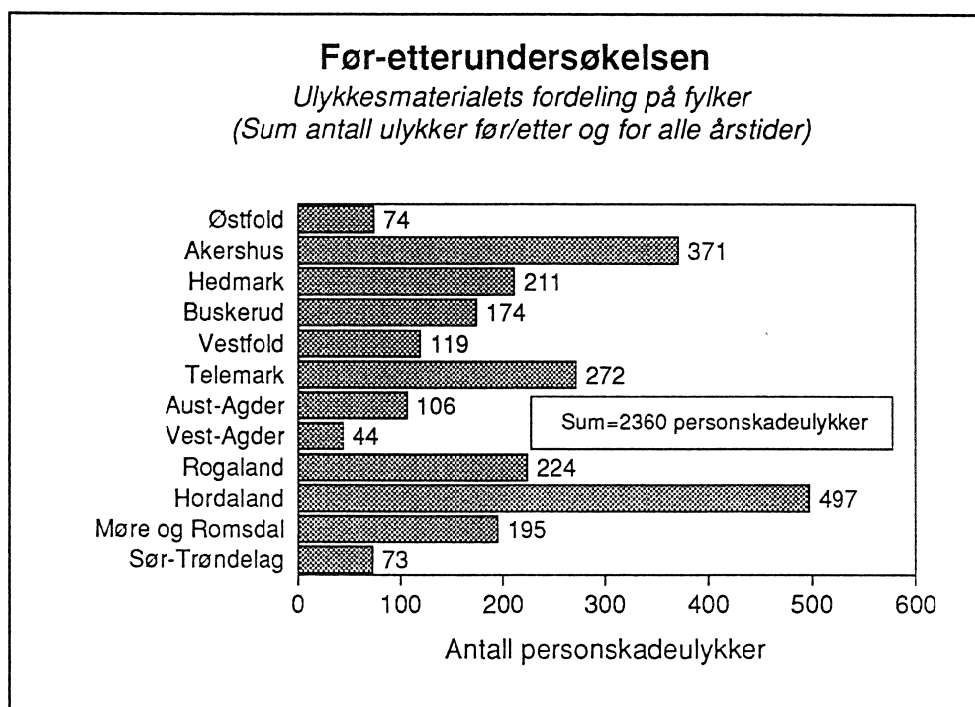
Tabell 2.2: Totalt antall personskadeulykker (sum før/etter, hele året) fordelt på ulike strekningstyper.

Type strekning i datamaterialet	Antall registrerte personskade-ulykker (sum før/etter, hele året)
Saltet strekning.	2360
Usaltet strekning før eller etter saltet strekning	36
Usaltet sideveg inntil saltet strekning (kryss)	64

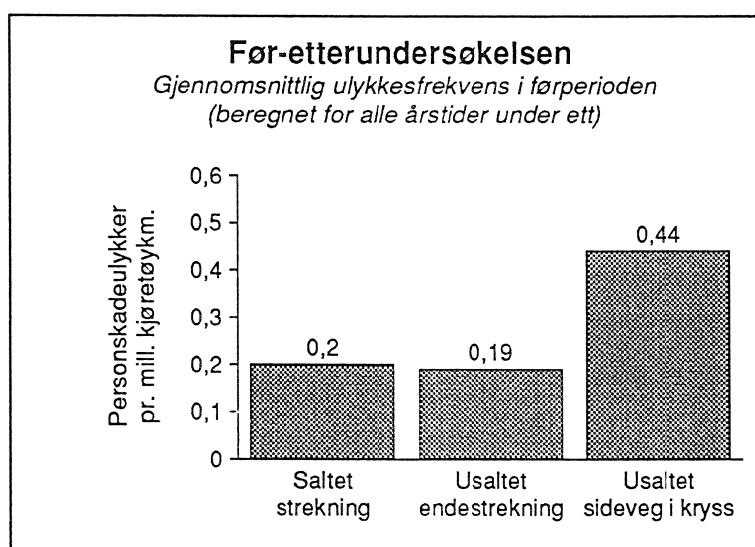
Til sammen har det i før- og etterperioden skjedd 2360 politirapporterte personskadeulykker på de saltede veger som inngår i før-etterundersøkelsen.

I gjennomsnitt er etterperiodene like lange som førperiodene (2,7 år).

Figur 2.3 nedenfor viser hvilke fylker som inngår i før-etterundersøkelsen, og hvordan ulykkene på saltstrekningene fordeler seg på disse. Hordaland er det fylket som "bidrar" med flest ulykker i datamaterialet, deretter følger Akershus og Telemark.



Figur 2.3



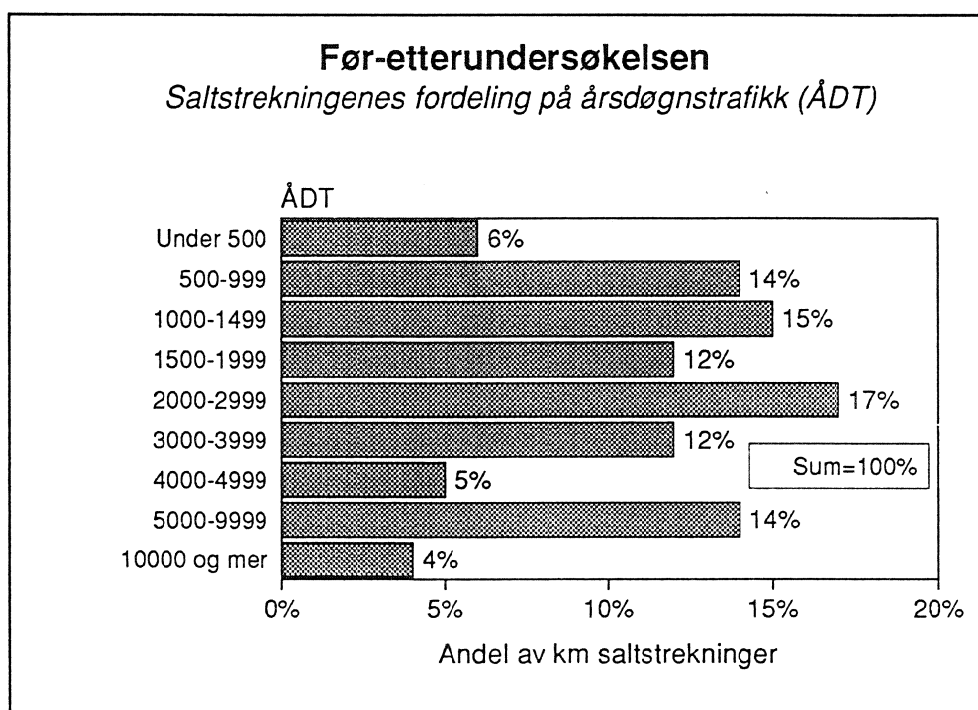
Figur 2.4

Figur 2.4 til venstre viser ulykkesfrekvensen i førsituasjonen fordelt på ulike strekningstyper. For strekningene som senere er blitt saltet, var gjennomsnittlig ulykkesfrekvens 0,20 ulykker pr. million kjøretøykilometer. Mens frekvensen for usaltede "endestrekninger" er omtrent den samme, er den vesentlig høyere for sideveger i kryss. En sannsynlig forklaring på dette er at halvparten av sidevegene

ligger i 50 og 60-soner (hvor ulykkesfrekvensen normalt er høyere enn i 80-soner), mens tilsvarende andel for alle saltstrekningene er ca 1/4.

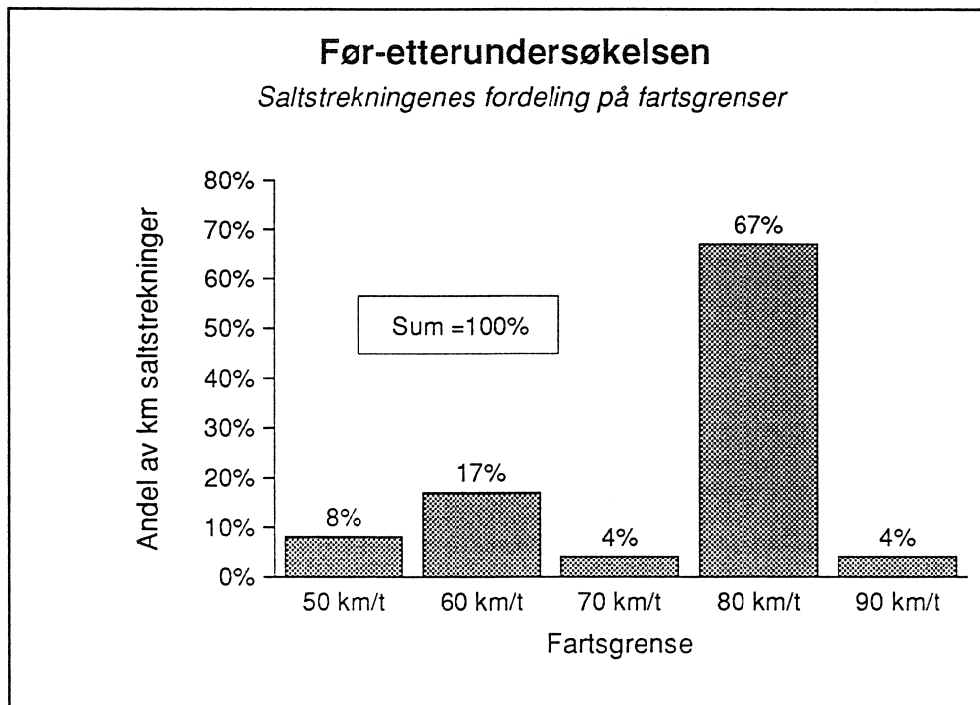
Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for saltstrekningene i førsituasjonen ligger på nivå (eller kanskje litt lavere) enn gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for hele riksvegnettet (dvs utenfor byområder). En skulle derfor *ikke* forvente et lavere ulykkestall i ettersituasjonen bare på grunn av statistiske årsaker (regresjonseffekten).

Figur 2.5 nedenfor viser hvordan saltstrekningene i før-etterundersøkelsen fordeler seg med hensyn på årsgjennsnittlig trafikktetthet (ÅDT). Gjennomsnittlig ÅDT for alle strekningene er 3000 kjøretøy pr. døgn.



Figur 2.5

Figur 2.6 nedenfor viser saltstrekningenes fordeling på fartsgrense. $\frac{2}{3}$ av kilometrene har fartsgrensen 80 km/t.



Figur 2.6

4-felts veger inngår ikke i datamaterialet i før-etterundersøkelsen. Noen få strekninger har forbikjøringsfelt (3 felt).

2.3.2 Sammenlignende undersøkelse

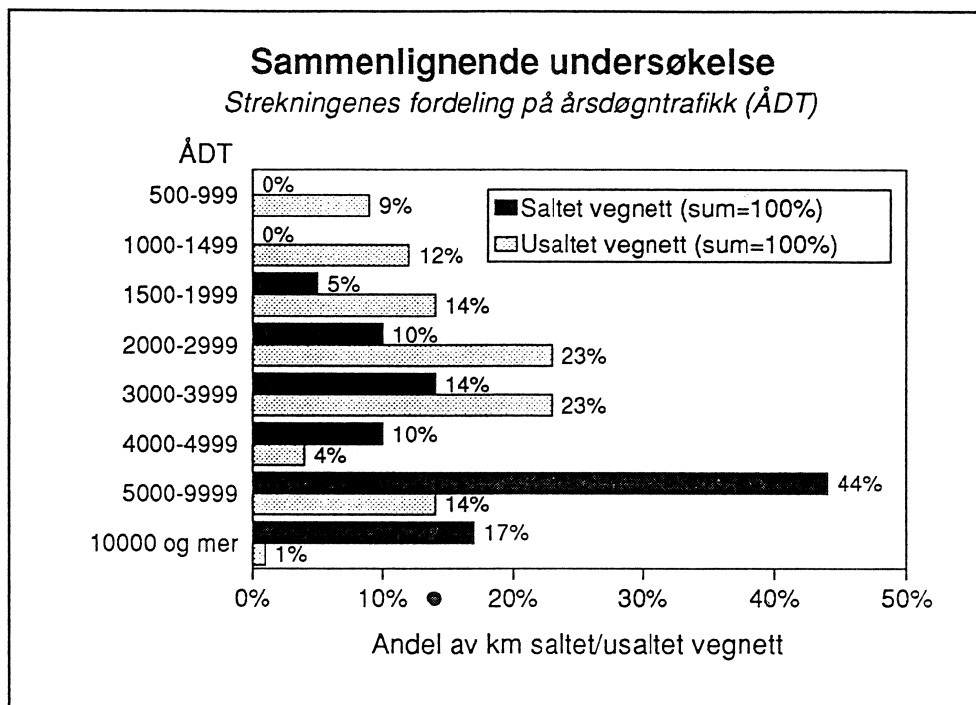
Tabell 2.3: Sammenlignende undersøkelse. Antall kilometer og antall ulykker (1.05.91-14.04.94) for saltet og usaltet vegnett. 2-felts-veger.

Type vegnett	Antall km	Antall ulykker sommer (1.05-30.09 i 3 år=15 mnd)	Antall ulykker vinterhalvåret (15.10-15.04 i 3 sesonger=18 mnd)
Saltet vegnett	839	488	427
Usaltet vegnett	540	132	137
Sum	1379	620	564

Tabell 2.3 ovenfor viser datamaterialets størrelse når det gjelder 2-feltsveger som inngår i den sammenlignende undersøkelsen. I tillegg ble det samlet inn data for 42 km 4-feltsveger. På disse skjedde det i løpet av de tre vintersesongene 103 ulykker.

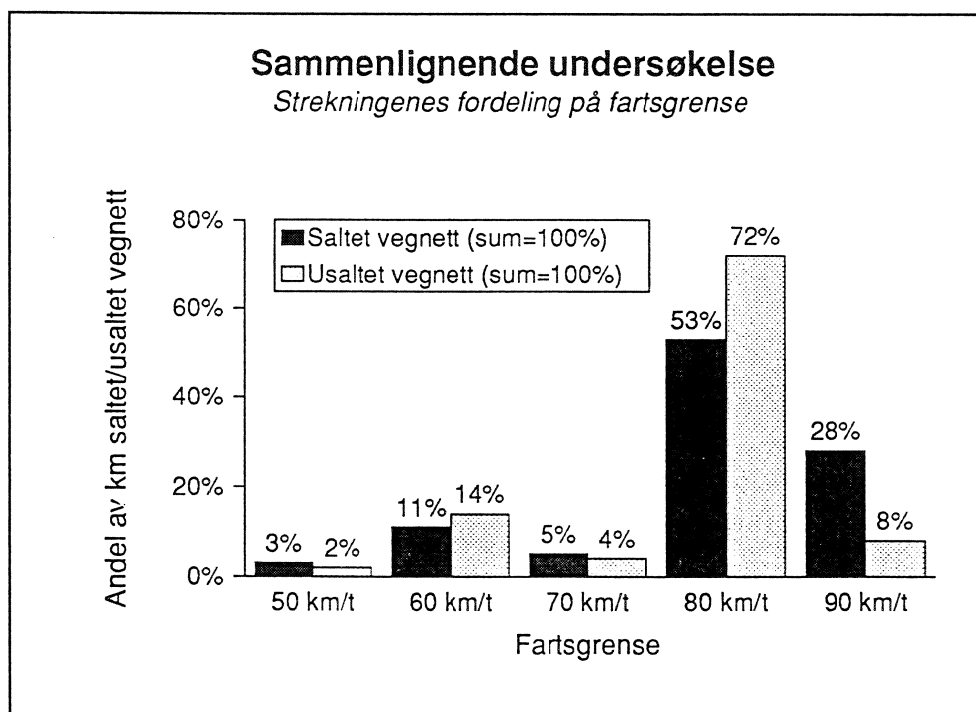
Hvor ikke annet er nevnt gjelder de presenterte data fra den sammenlignende undersøkelsen 2-feltsveger.

Ideelt sett skulle det ha foregått en parvis utvelgelse av strekninger som er mest mulig like med hensyn på geometri, trafikkforhold, klimaforhold etc. Deretter skulle det foretas et tilfeldig valg for hvilken strekning som skulle saltes og hvilken som ikke skulle det. En slik ideell parvis utvelgelse har imidlertid ikke vært mulig i dette prosjektet. For store deler av det mest trafikkerte stamvegnettet var saltpraksis alt etablert da undersøkelsen startet opp i 1991. Siden det ikke var aktuelt å slutte å salte strekninger (dette ville kunne gi en helt annen ulykkesfrekvens enn om strekningen aldri hadde vært saltet), la dette klare begrensninger på hvor likeartet de to vegnettene kunne bli. Blant annet er det saltede vegnettet i undersøkelsen i gjennomsnitt mer trafikkert enn det usaltede (gjennomsnittlig ÅDT er henholdsvis 8120 og 2880 for saltet og usaltet vegnett, se også figur 2.7 neste side).

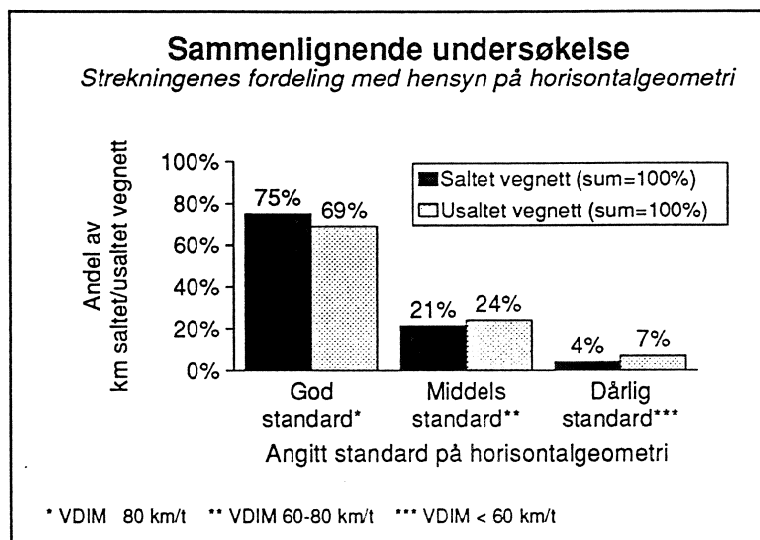


Figur 2.7

Det saltede vegnettet omfatter også en større andel 90-veger (se figur 2.8 nedenfor). Gjennomsnittlig vegbredde er også større for saltvegnettet (8,5 m) enn det usaltede (7,5 m).



Figur 2.8



Figur 2.9

Figur 2.9 til venstre viser imidlertid at det usaltede vegnettet har omtrent samme andel "god standard" som det saltede.

De to vegnettene har omtrent samme ulykkesfrekvens, hele året sett under ett (henholdsvis 0,16 og 0,17 personskaueulykker pr. mill. kjtkm. for saltet og usaltet vegnett). Ulykkesfordeling på uhellskoder, i/utenfor tettbygd strøk,

alvorlighetsgrad og i/utenfor kryss, er heller ikke vesentlig forskjellig for saltet og usaltet vegnett (vi viser her til den mer detaljerte delrapporten).

Tabell 2.4: Sammenlignende undersøkelse. Vær- og føreforhold basert på daglige observasjoner.

Type observasjon		Saltet vegnett	Usaltet vegnett
Værforhold	Andel dager med oppholdsvær	77%	77%
	Andel dager med regn	14%	11%
	Andel dager med snøvær	9%	12%
	Gjennomsnittlig lufttemperatur	-1,1°C	-2,8°C
Føreforhold	Andel dager tørr/bar veg	42%	26%
	Andel dager våt/bar veg	43%	17%
	Andel dager bart i spor	4%	14%
	Andel dager med snø eller slaps	9%	26%
	Andel dager med isføre	2%	17%
Antall strekninger/-observasjoner	Antall strekninger	81	54
	Antall dager med observasjoner	144	138

De klimatiske forholdene er også ganske like på de to vegnettene (se tabell 2.4 ovenfor).

På noen av strekningene som er definert som usaltet kan det være benyttet salt i et begrenset omfang. Dersom dette har påvirket resultatet, vil effekten av saltingen være underestimert.

Ut fra det ovenstående vil vi konkludere med at det saltede og usaltede vegnettet i den sammenlignende studien har så like karakteristika at det er mulig å foreta en direkte sammenligning. Eventuelle forskjeller i ulykkesfrekvens om vinteren må derfor i hovedsak kunne tillegges forskjellen mellom det å salte og ikke salte.

I den anvendte analysemetodikken (se kapittel 2.4.2) har vi dessuten korrigert forskjellen i "vinterfrekvensen" med forskjellen i ulykkesfrekvens om sommeren. Dette ut fra hypotesen om at den sistnevnte skyldes ulikheter mellom de to vegnettene. ("Sommerfrekvensen" er imidlertid omtrent like stor for de to vegnettene. Denne korreksjonen blir derfor ikke stor.)

2.4 Analysemetodikk

2.4.1 Før-etterundersøkelsen

I før-etterundersøkelsen blir ulykkesendringen fra før- til etterperioden på saltstrekningene sammenlignet med ulykkesutviklingen i tilsvarende tidsperiode på et kontrollvegnett. Kontrollvegnettet skal være mest mulig lik "før-ettervegnettet" med hensyn på alle karakteristika bortsett fra salting/ikke salting. Vi får da korrigert ulykkesendringen før/etter salting for endringer som skyldes andre forhold, for eksempel:

- Landsomfattende trafiksikkerhetstiltak
- Endringer i klima- og føreforhold
- Den generelle trafikkvekst
- Den generelle fartsutvikling
- Generelle endringer i bilparkens sammensetning med hensyn på bilers aktive og passive sikkerhet, samt fordeling mellom lette og tunge kjøretøy

Det beste er å foreta en parvis utvelgning av kontrollstrekninger slik at det for hver saltet strekning velges ut en usaltet strekning med omtrent samme karakteristika (trafikk, geometri etc). En slik metode har imidlertid ikke vært mulig i denne undersøkelsen. Ofte er hele hovedvegnettet i et fylke saltet, slik at det er vanskelig å finne parvise strekninger innen et fylke. Og selv om en gikk over fylkesgrensene ville det uansett være vanskelig å finne par som "matcher", ikke minst på grunn av ulike klimaforhold.

Som kontrollvegnett har vi derfor valgt å benytte riksvegnettet utenfor bykommuner som pr. 1992 var usaltet⁴. Dette omfatter ca 12900 km veg. Gjennomsnittlig antall personskadeulykker er ca 1300-1400 både i før- og i etterperioden. Det vil si at antall ulykker i kontrollmaterialet er stort nok til at tilfeldige statistiske variasjoner ikke skulle spille noen vesentlig rolle.

Som før nevnt er en stor del av hovedvegnettet i landet saltet, mens det usaltede vegnettet (hvor kontrollvegnettet inngår) i større grad består av mindre viktige riksveger som ofte har dårligere standard. Vi har heller ingen kontroll på at klimaforholdene i gjennomsnitt er de samme for kontrollvegnettet som for saltstrekningene. Sett under ett vil likevel ulykkesutviklingen på kontrollvegnettet kunne gi et brukbart bilde av den ulykkesutviklingen vi ville hatt på saltvegnettet dersom dette *ikke* hadde vært saltet.

En kunne tenke seg at ulykkene *utenfor* saltingsperiodene (sommerhalvåret) kunne vært anvendt som kontrollmateriale for endringer i antall ulykker i saltingsperiodene på det

⁴ De tre nordligste fylkene inngår ikke i kontrollmaterialet siden Sør-Trøndelag er det nordligste fylket vi har data fra i før-etterundersøkelsen.

samme vegnettet. En får da imidlertid ikke fanget opp endringer i vær- og føreforholdene om vinteren, noe som er meget viktig i denne sammenheng⁵.

Ut fra observert antall ulykker på saltvegnettet i førperioden (det vil si mens det ennå ikke var saltet), og utviklingen i antall ulykker på kontrollvegnettet fra før til etterperioden, beregnes forventet antall ulykker på saltvegnettet i etterperioden ($U_{\text{forv.etter}}$) dersom saltingen *ikke* hadde hatt noen effekt:

$$U_{\text{forv.etter}} = U_{\text{før}} \frac{UK_{\text{etter}}}{UK_{\text{før}}}$$

hvor

UK_{etter} = Sum antall ulykker på *kontrollstrekningene* (se nedenfor) i etterperioden

$UK_{\text{før}}$ = Sum antall ulykker på kontrollstrekningene i førperioden.

Forventet antall ulykker etter ($U_{\text{forv.etter}}$) er det ulykkestallet vi måtte forvente dersom salting ikke hadde blitt innført, eller at den ikke hadde hatt noen effekt.

Prosentvis endring i antall ulykker før/etter som følge av saltingen, blir da å beregne etter følgende formel:

$$\Delta U = \frac{U_{\text{obs.etter}} - U_{\text{forv.etter}}}{U_{\text{forv.etter}}} \cdot 100$$

hvor

$U_{\text{obs.etter}}$ = Sum antall ulykker på saltstrekningene i etterperioden (dvs etter at saltingen startet)

For å teste om endringer i antall ulykker før/etter er statistisk signifikant, benyttes en χ^2 test og følgende formel:

$$\chi^2 = \frac{\left(U_{\text{obs.etter}} - U_{\text{før}} \frac{UK_{\text{etter}}}{UK_{\text{før}}} \right)^2}{\left(U_{\text{obs.etter}} + U_{\text{før}} \right) \frac{UK_{\text{etter}}}{UK_{\text{før}}}}$$

⁵ Det er heller ikke utenkelig at trafikktviklingen kan være ulik sommer og vinter. Dette vanskeliggjør også bruken av sommerperioden som kontrollmateriale.

2.4.2 Sammenlignende undersøkelse

Prinsippet for en sammenlignende undersøkelse er å sammenligne ulykkesfrekvensen i samme tidsperiode for to vegnett. Disse bør ideelt sett ha samme karakteristika bortsett fra den egenskapen vi ønsker å undersøke effekten av (i dette tilfellet salting/ikke salting).

Som nevnt under kapittel 2.3.2 har det i vår undersøkelse ikke vært mulig å oppnå ideelle forsøksbetingelser. Saltet og usaltet vegnett er imidlertid ikke mer ulike enn at vi antar at en forskjell i ulykkesfrekvens om vinteren i hovedsak skyldes saltingen. Vi innfører her likevel en korreksjon. Dette gjøres ut fra hypotesen om at en eventuell ulikhet mellom de to vegenetene når det gjelder ulykkesfrekvens om sommeren, skyldes at de er forskjellige også med hensyn på andre karakteristika enn salting/ikke salting. Dersom salting ikke hadde noen effekt, burde forholdet mellom ulykkesfrekvensene om vinteren være det samme som mellom ulykkesfrekvensene om sommeren. Det vil si:

$$\frac{u_f \text{ vinter. salt}}{u_f \text{ vinter. usalt}} = \frac{u_f \text{ sommer. salt}}{u_f \text{ sommer. usalt}}$$

Forventet ulykkesfrekvens dersom salting ikke har noen effekt, blir ut fra dette:

$$u_f \text{ salt,forventet} = u_f \text{ usalt,observert} \cdot \frac{u_f \text{ sommer.salt}}{u_f \text{ sommer.usalt}}$$

Her kan $u_f \text{ salt, forventet}$ og $u_f \text{ usalt,observert}$ gjelde hele saltingsperioden eller deler av den.

Tilsvarende som for før-etterundersøkelsen beregnes effekten av salting (prosentvis endring i ulykkesfrekvens) lik:

$$\Delta u_f = \frac{u_f \text{ salt,observert} - u_f \text{ salt,forventet}}{u_f \text{ salt,forventet}} \cdot 100$$

Ulykkesfrekvens er beregnet på vanlig måte ved at totalt antall ulykker divideres på totalt trafikkarbeid (sum kjørte kilometer). Det vil si:

$$u_f = \frac{\sum U}{\sum (\text{ÅDT} \cdot 365 \cdot l \cdot t)}$$

- U = Antall politirapporterte personskadeulykker i en gitt registreringsperiode.
- ÅDT = Gjennomsnittlig døgntrafikk over året i registreringsperioden.
- l = Vegstrekningens lengde i km.
- t = Antall år i registreringsperioden.

2.5 Resultater

2.5.1 Generelt om presentasjon av resultatene

I dette kapittelet er presentert resultater både fra før-etterundersøkelsen og fra den sammenlignende undersøkelsen. Der det foreligger resultater fra begge undersøkelsene om samme forhold, har vi foretatt en totalvurdering med hensyn på den innvirkning saltingen har.

Datamaterialets størrelse (antall ulykker) i den sammenlignende undersøkelsen er såvidt lite at det bare i liten grad har vært mulig å splitte det opp i ulike undergrupper med hensyn på ulike typer veger eller ulykker. Bortsett fra hovedresultatet (kapittel 2.5.2) og effekten av salting på ulykker i ulike deler av saltingssesongen (kapittel 2.5.3), bygger derfor konklusjonene i hovedsak på før-etterundersøkelsen.

2.5.2 Effekt på totalt antall personskadeulykker

Konklusjon:

Salting slik den foregår i dag reduserer antall politirapporterte trafikkulykker i saltingssesongen med i størrelsesorden 20%. Dette er et gjennomsnitt for det vegnettet som saltes.

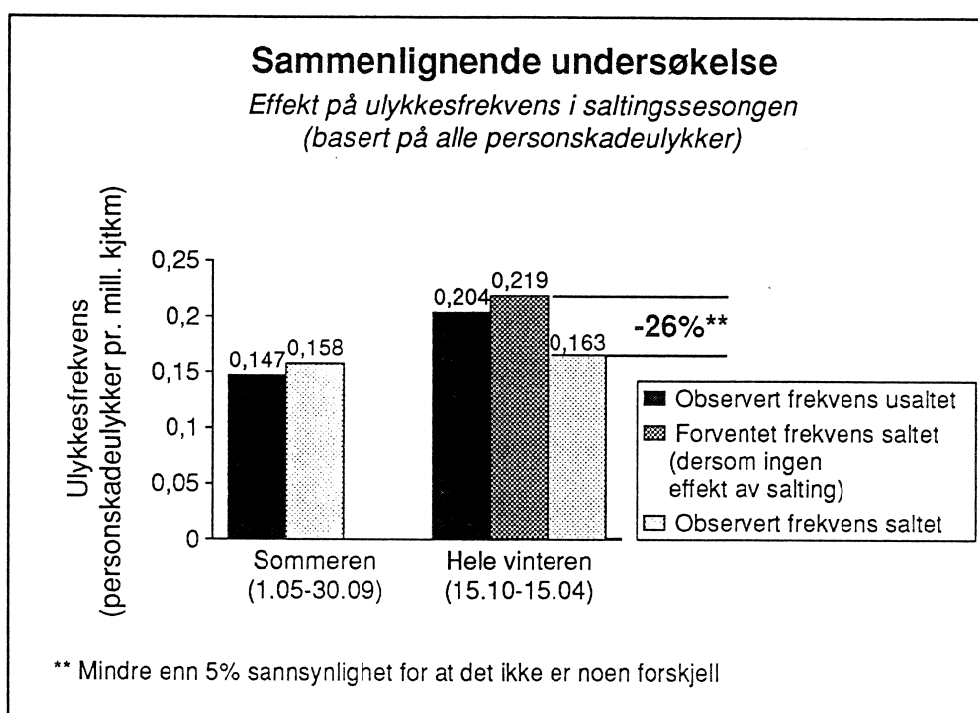
I den sammenlignende undersøkelsen har vi funnet at salting reduserer ulykkesfrekvensen⁶ i saltingssesongen med 26% (se figur 2.10 øverst neste side).

I følge før-etterundersøkelsen har saltingen gjennomsnittlig redusert totalt antall personskadeulykker med 11% (se figur 2.11 øverst side 21).

Det kan derfor synes som om det er betydelig forskjell på resultatene fra den sammenlignende undersøkelsen og fra før-etterundersøkelsen. Imidlertid baserer før-etterundersøkelsen seg på data fra strekninger som er startet saltet fra 1983 til 1990. På mange måter kan vi derfor si at før-etterundersøkelsen gir gjennomsnittseffekten av den saltingen som har vært foretatt i løpet av nevnte periode. Den sammenlignende undersøkelsen angir imidlertid effekten av saltingen slik den utføres i henhold til dagens vedlikeholdsstandard. På grunn av forbedrede rutiner kan det være grunn til å anta at kvaliteten på den saltingen som gjennomføres nå, er større enn den var på begynnelsen av 1980-tallet. På figur 2.12 side 21 er vegstrekningene som inngår i før-etterundersøkelsen

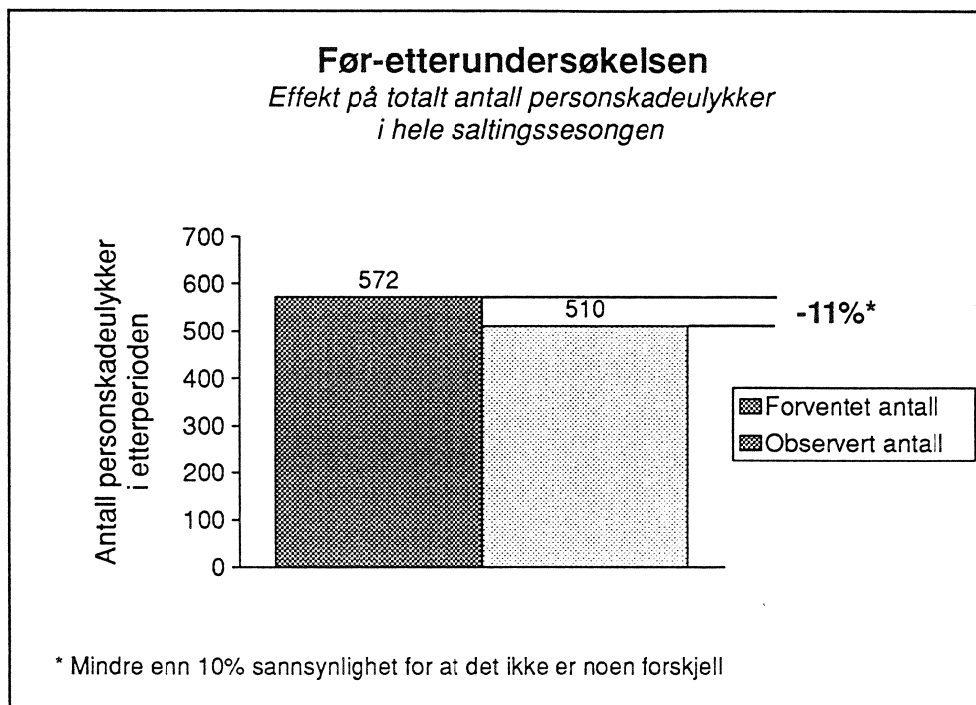
⁶ Ulykkesfrekvens beregnet på grunnlag av antall personskadeulykker.

inndelt etter når saltingen ble startet opp. Reduksjonen i antall trafikkulykker fra før- til etterperioden var 22% for de strekninger som ble startet saltet i 1988 og senere, mens det ikke er registrert noen nedgang for de som ble startet saltet før 1988⁷. Ved regresjonsanalysen hvor alle saltstrekninger inngår (se side 25), ble år for start salting valgt ut som variabel med signifikant innvirkning på effekten av salting, og slik at reduksjonen fra før til etter var større jo senere oppstartingsår.

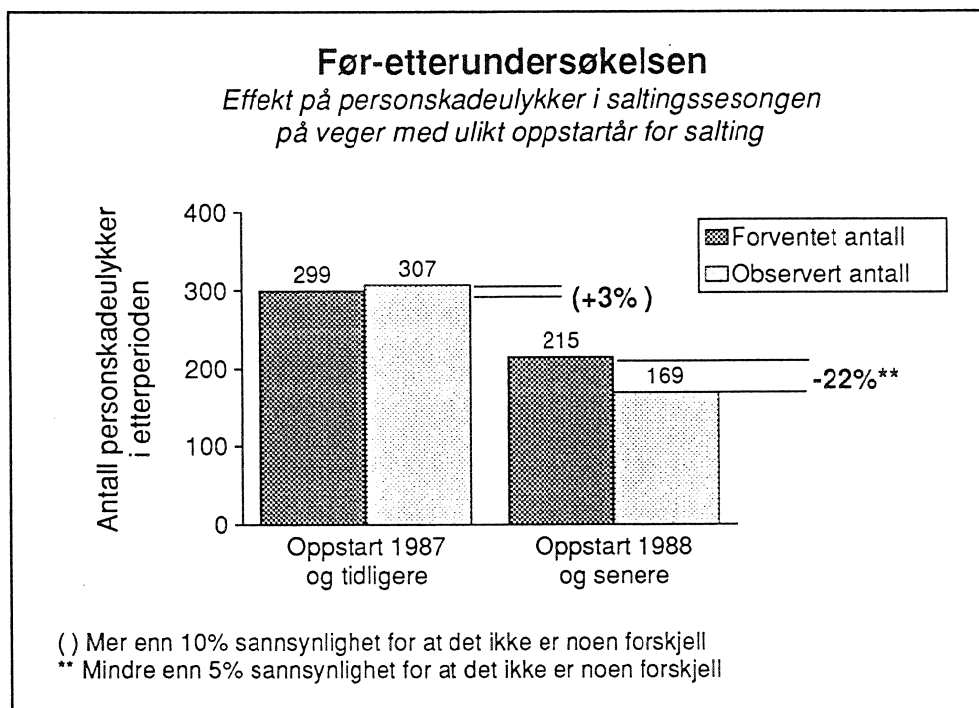


Figur 2.10

⁷ Se kommentar under kapittel 2.2.5 side 25 angående oppsplitting av datamaterialet.



Figur 2.11



Figur 2.12

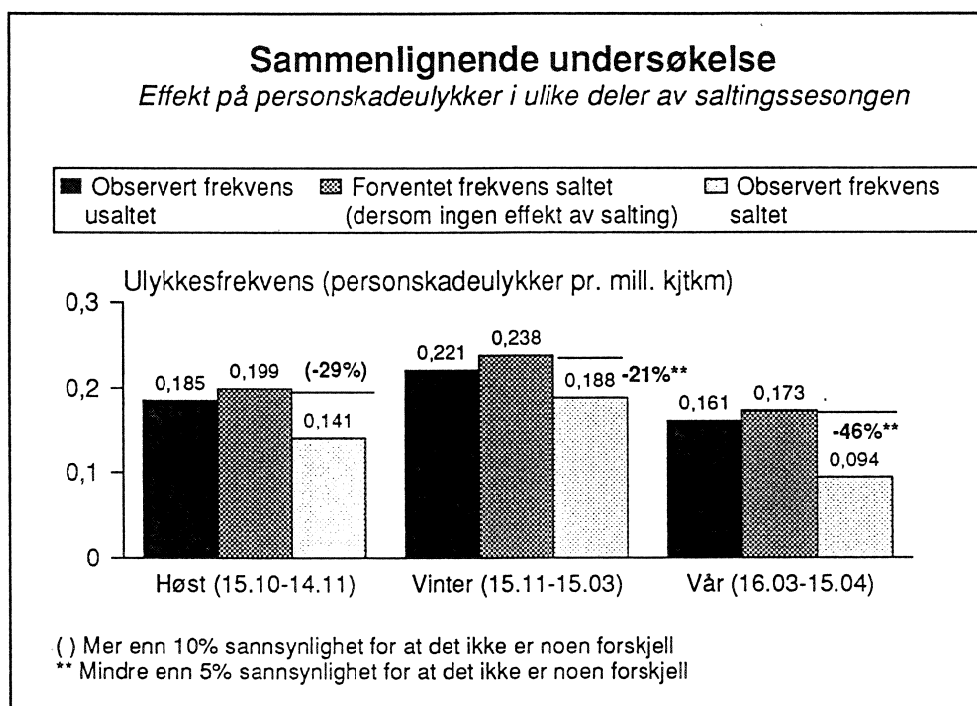
Ut fra en total vurdering av resultatet fra før-etterundersøkelsen og fra den sammenlignende undersøkelsen vil vi konkludere med at salting slik den foregår i dag reduserer antall personskadeulykker i saltingssesongen med i størrelsesorden 20%.

2.5.3 Effekt på personskadeulykker i ulike deler av saltingssesongen

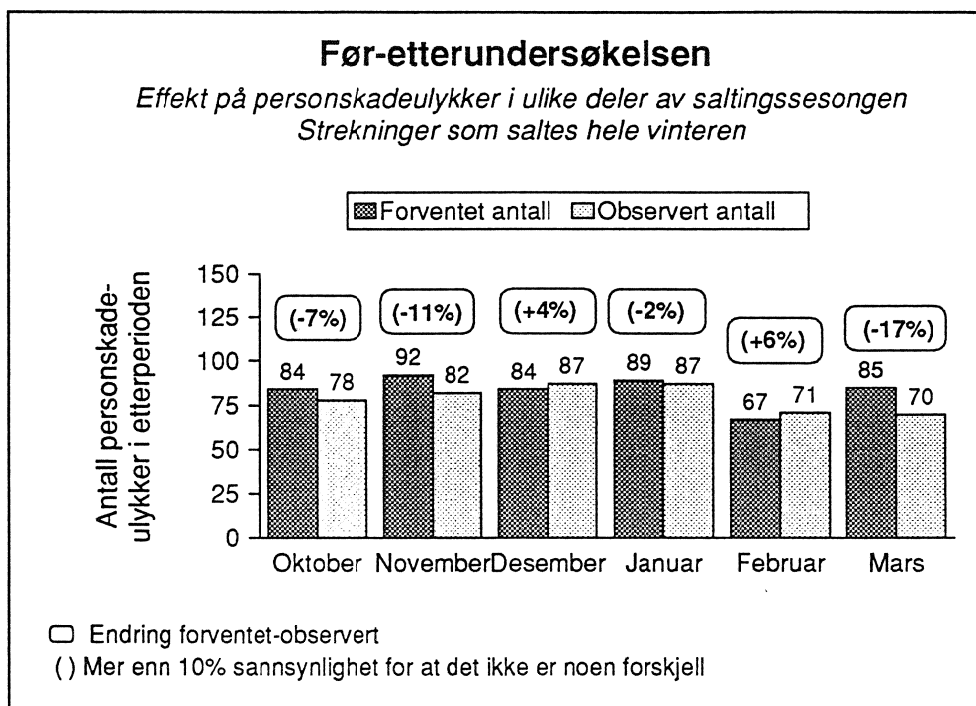
Konklusjon:

Saltingen gir større ulykkesreduksjon i overgangsperiodene høst og vår (månedene oktober/-november og mars/april) enn i vintermånedene.

Både i den sammenlignende undersøkelsen og i før-etterundersøkelsen har saltingen gitt større ulykkesreduksjon i overgangsperiodene vår og høst enn i vintermånedene (se henholdsvis figur 2.13 nedenfor og figur 2.14 neste side). Dette er i samsvar med hva en kunne forvente. I mange områder vil nemlig temperaturen i deler av vintermånedene være så lav at salting ikke kan gjennomføres.



Figur 2.13



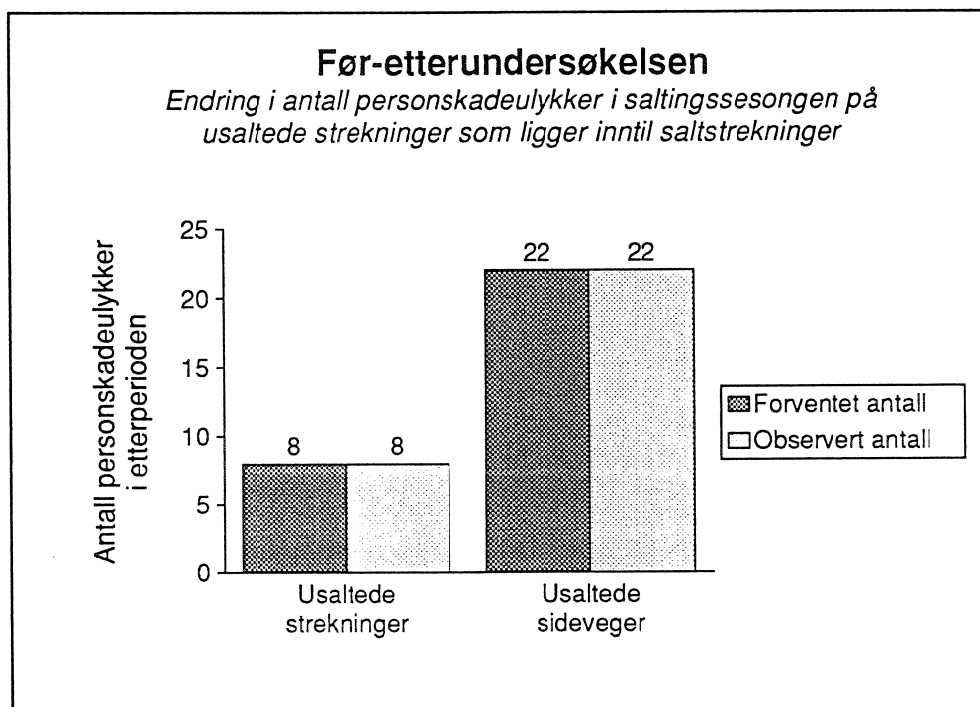
Figur 2.14

2.5.4 Endring i antall personskadeulykker på strekninger som ligger inntil saltstrekninger

Konklusjon:

Det er ingen indikasjoner på at salting medfører noen ulykkesøkning på tilliggende strekninger som *ikke* saltes.

Det har vært stilt spørsmål ved om ikke salting fører til ugunstige friksjonsforhold på strekninger som ligger inntil saltstrekninger, enten langs samme veg, eller som sideveg i kryss. Det kan også tenkes at overgangen fra saltet til usaltet til veg kommer overraskende på trafikantene. Begge disse forholdene skulle tilsi en ulykkesøkning på usaltede nabostrekninger. Vi har imidlertid ikke funnet noen slik økning (før-etterundersøkelsen, se figur 2.15 nedenfor).



Figur 2.15

2.5.5 Saltingens effekt på strekninger med ulike karakteristika

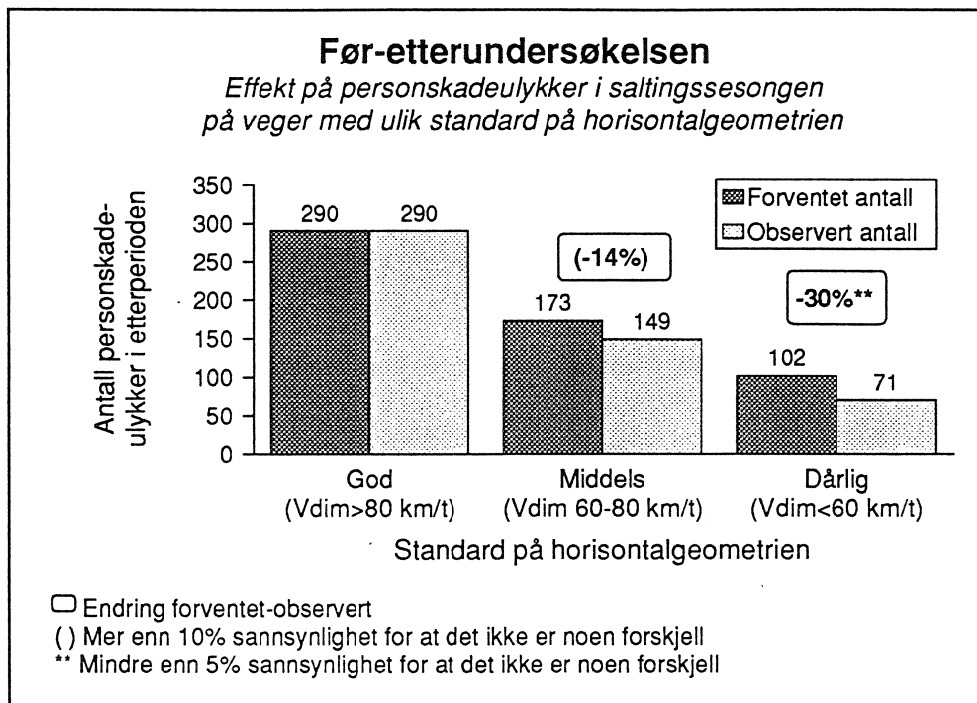
Konklusjoner:

- Saltingen gir større ulykkesreducerende effekt på veger med dårlig enn på veger med god horisontalgeometri.
- Saltingen har størst ulykkesreducerende effekt på veger der vegbanen ville vært dekket av snø og is store deler av saltingssesongen dersom salting *ikke* hadde vært gjennomført.
- I følge før-etterundersøkelsen har salting større effekt der fartsgrensen er 80 eller 90 km/t enn der den er 50, 60 eller 70 (gjelder områder utenfor bystrøk).

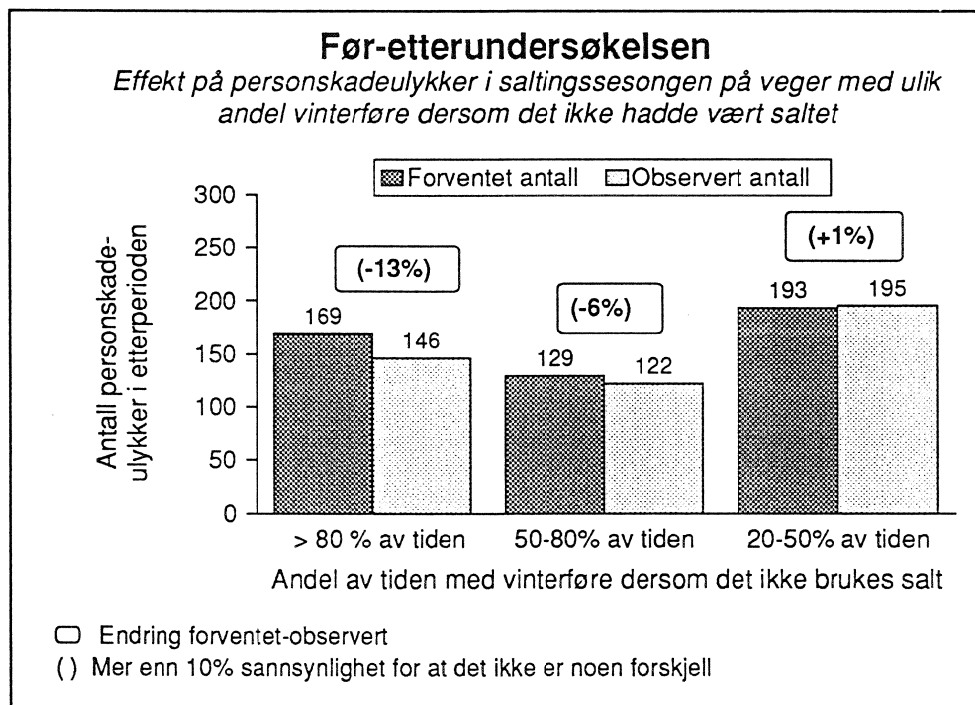
I dette kapittelet redegjøres for hvilken effekt salting har på veger med ulike karakteristika. De karakteristika som har signifikant innvirkning⁸ er plukket ut ved hjelp av en multipl regressjonsanalyse. Disse faktorene er listet opp i konklusjonene ovenfor. (I tillegg var også år for start salting en variabel som hadde signifikant innvirkning på effekten av salting. Dette er beskrevet under kapittel 2.5.2 side 19.)

I det følgende er innvirkningen av de ulike faktorene på salteffekten illustrert ved at datamaterialet (vegnettet) er splittet opp med hensyn på en og en faktor. Ved en slik endimensjonal oppsplitting tas det ikke hensyn til at flere faktorer varierer samtidig. Det kan derfor tenkes at forskjellen mellom de ulike grupper en får etter oppsplittingen, til dels kan skyldes at disse er forskjellige også med hensyn på andre egenskaper som innvirker på salteffekten. (Denne samvariasjonen tas det imidlertid hensyn til i en multipl regressjonsanalyse.) Et annet forhold er at hele datamaterialet i før-etterundersøkelsen inngår i oppstillingene nedenfor. Dette gir den gjennomsnittlige effekt av salting i hele perioden 1983 til 1991, mens det er grunn til å anta at kvaliteten og effekten av den salting som foregår nå, er større enn den som foregikk først i nevnte periode (kfr kapittel 2.5.2). **Den tallmessige verdien på den ulykkesreducerende effekt innen ulike grupper, må derfor ikke tillegges for stor vekt.** For eksempel kan en ikke trekke den slutning av figur 2.16 neste side at salt generelt sett ikke har effekt på veger med god horisontalgeometri. Figuren må heller oppfattes som en illustrasjon av at effekten er *mindre* på veger med god horisontalgeometri.

⁸ Sannsynligheten for at variabelen har innvirkning er større en 95%



Figur 2.16

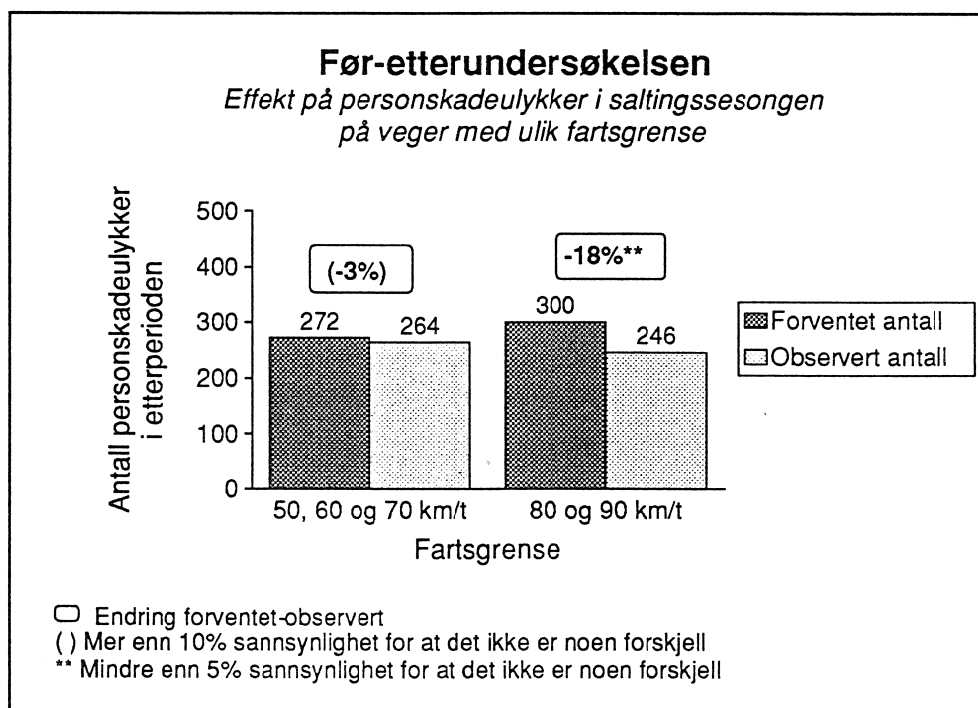


Figur 2.17

Som en kunne forvente er effekten av salt størst der det er vinterføre store deler av saltingssesongen dersom det ikke hadde vært brukt salt (figur 2.17 ovenfor).

Ut fra før-etterundersøkelsen er effekten av salting klart større på vegger med fartsgrense 80 og 90 km/t enn med fartsgrense 50, 60 eller 70 (figur 2.18 neste side. Som før nevnt omfatter datamaterialet i før-etterundersøkelsen ikke vegger i bymessig bebyggelse). Data fra

den sammenlignende undersøkelsen gir imidlertid den motsatte konklusjonen (ikke vist på figur). Oppsplitting etter fartsgrense gir her et lite datamaterialet (få ulykker) i hver gruppe. I dette tilfellet bør en derfor legge mest vekt på resultatet fra før-etterundersøkelsen.



Figur 2.18

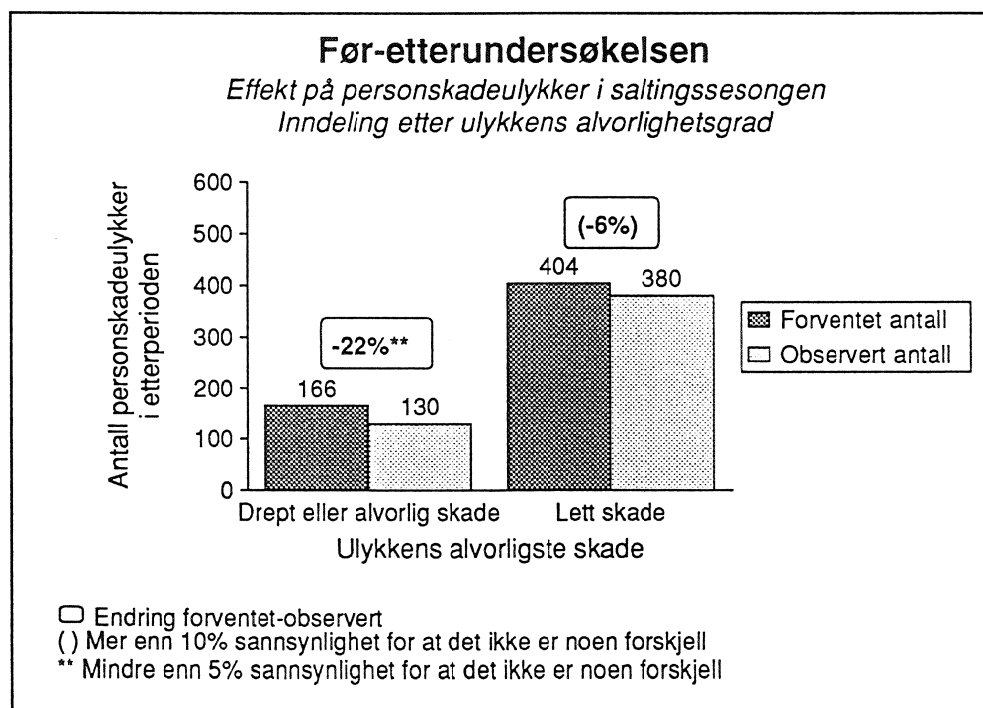
2.5.6 Saltingens effekt på ulike grupper ulykker

Konklusjoner:

- Salting gir større reduksjon i antall alvorlige ulykker enn i antall ulykker med lett skade.
- Selv etter salting skjer en betydelig andel av ulykkene på vinterføre.
- Salting har hatt liten effekt på kollisjoner i kryss, på "møteulykker for øvrig" (som regel på rett veg), på ulykker hvor fotgjenger langs veg ble påkjørt og på "eneulykker for øvrig". Sykkelykker er den eneste ulykkestypen hvor det er registrert en økning etter salting startet opp. Dette skyldes trolig økt bruk av sykkel i vinterhalvåret når vegen saltes. For de øvrige ulykkestyper har saltingen ført til en nedgang i antallet.
- Salting reduserer antall ulykker på dagtid mer enn antall ulykker kveld/natt.

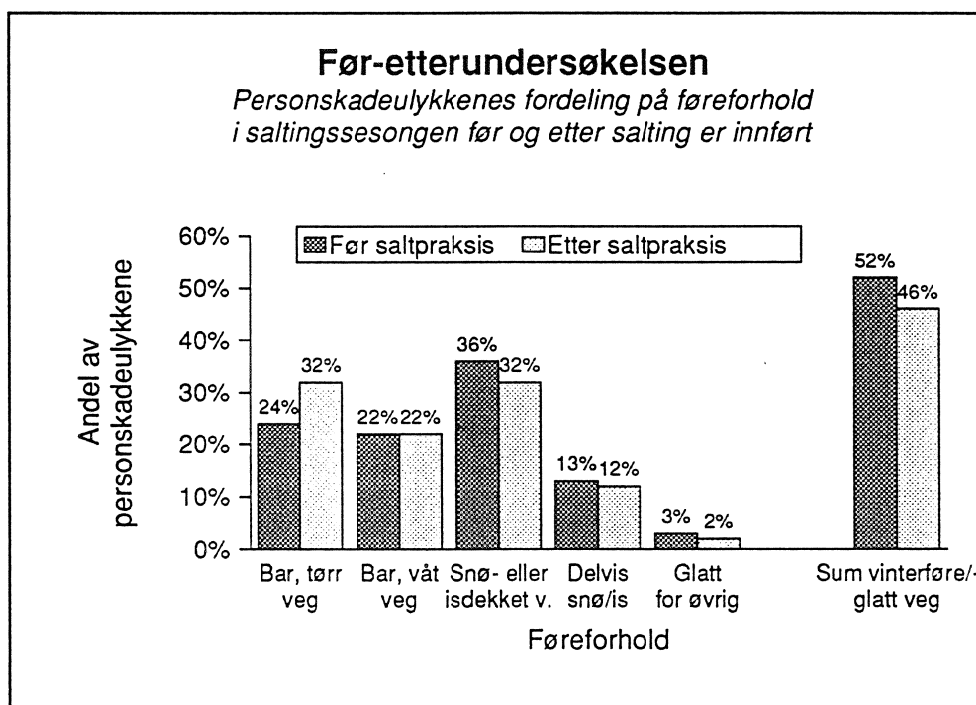
Konklusjonene i dette kapittelet bygger utelukkende på før-etterundersøkelsen.

Figur 2.19 nedenfor viser at salting har større effekt på alvorlige ulykker enn ulykker med lett skade.



Figur 2.19

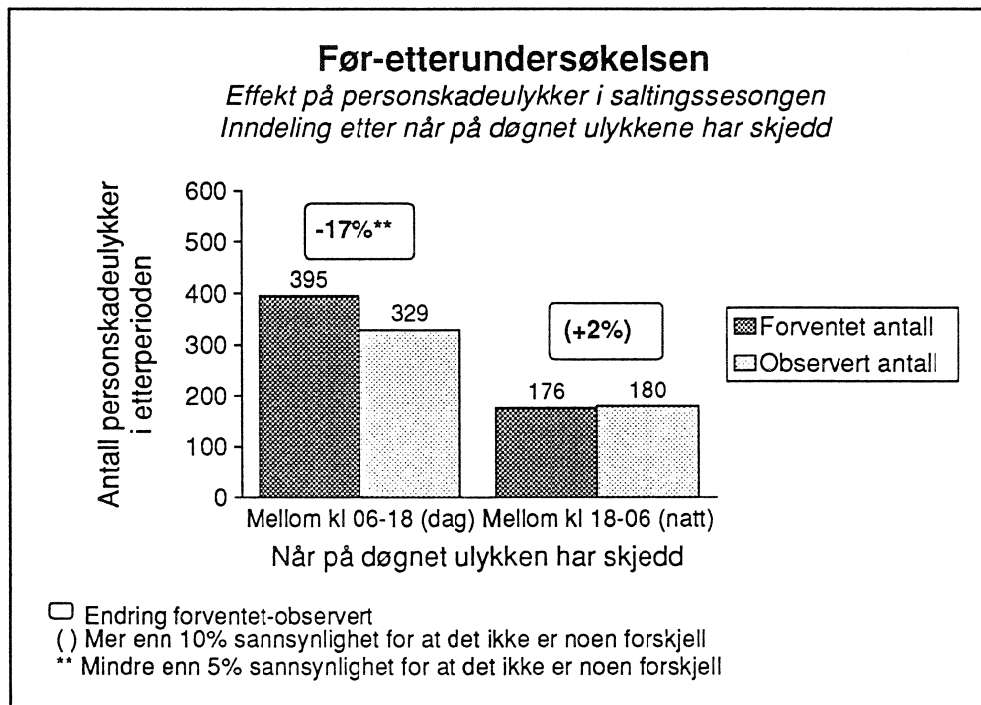
Figur 2.20 nedenfor viser at selv etter at saltingspraksis er innført, skjer en stor andel av ulykkene fremdeles på vinterføre/glatt veg. I før-etterundersøkelsen har vi ikke hatt tilgang til temperaturdata i det ulykken skjedde, og kan derfor ikke si noe om i hvor mange av ulykkene salting ikke hadde vært aktuelt på grunn av temperaturen.



Figur 2.20

Vi har også sett på hvordan saltingen har innvirket på ulike ulykkestyper. Den har hatt liten effekt på kollisjoner i kryss, på "møteulykker for øvrig" (som regel på rett veg), på ulykker hvor fotgjenger langs veg ble påkjørt og på "eneulykker for øvrig". Sykkelykker er den eneste ulykkestypen hvor det er registrert en økning etter salting startet opp. Dette skyldes trolig økt bruk av sykkel i vinterhalvåret når vegen saltes. For de øvrige ulykkestyper har saltingen ført til en nedgang i antallet.

Figur 2.21 nedenfor viser saltingens effekt på ulykker som har skjedd til ulikt tidspunkt på døgnet. Saltingen har hatt størst effekt på ulykkene på dagtid. Dette kan skyldes at ved svært liten trafikk vil saltet ha dårlig virkningsgrad. Under slike forhold saltes det derfor ofte ikke.



Figur 2.21

3 Saltingens effekt på forsikringskader

3.1 Generelt om datagrunnlaget

Det var opprinnelig planlagt å innhente data om forsikringsuhell for flere av strekningene som inngår i den sammenlignende studien. For å stedfeste disse uhellene, må det foretas en tidkrevende manuell utsortering. Dette ble ikke prioritert i forhold til de mange andre registreringer som vegkontorene har bistått med. Opplysninger om forsikringsuhell foreligger derfor i begrenset omfang og er komplette bare for 2 strekninger i Buskerud, en saltet og en usaltet strekning.

3.2 Oversikt over datamaterialet

Grunnlaget for opplysninger om forsikringsuhell er kopier av "Skademelding - motorvogn" som sendes til vegkontorene. Det er begrenset mengde informasjon på skadeblanketten i forhold til skjemaet som benyttes av politiet for "Rapport om vegtrafikkuhell". I tillegg til dato og klokkeslett har forsikringsblanketten som regel en skisse av hendelsesforløpet samt en angivelse av skadestedet i form av vegnavn og stedsnavn. Det er derfor ikke grunnlag for å sette opp like detaljerte oversikter over forsikringsuhell som for de politirapporterte ulykkene.

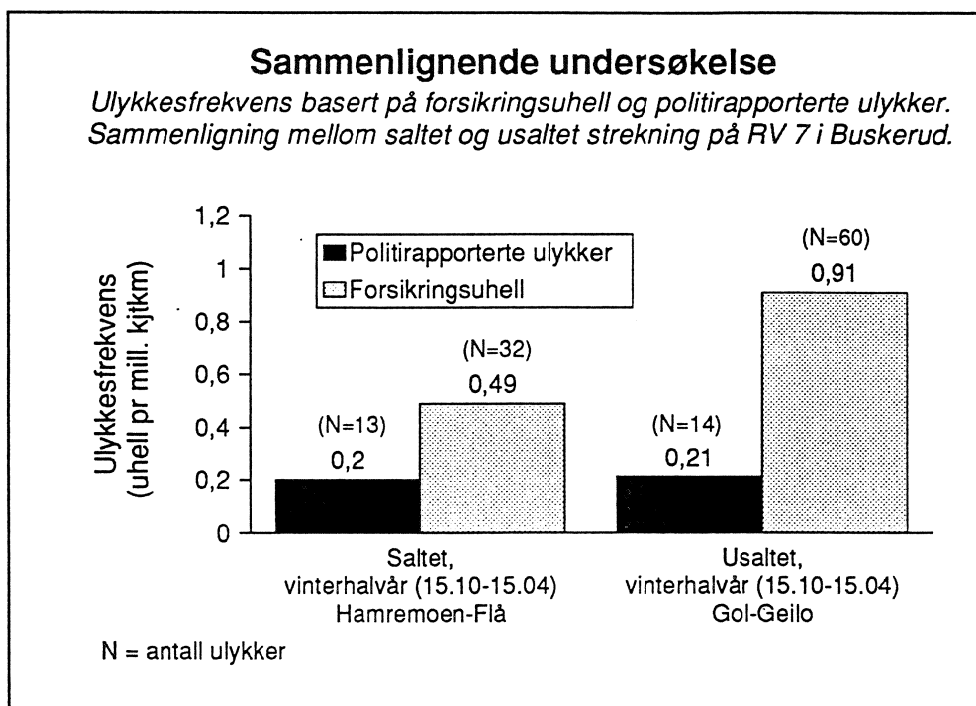
For strekningene i Buskerud er det registrert totalt 92 forsikringsuhell i vinterhalvåret de 3 sesongene som er fulgt opp i den sammenlignende studien.

3.3 Resultater

Konklusjon:

Risikoen for å bli involvert i forsikringsuhell har vært 1,9 ganger høyere på den usaltede enn på den saltede strekningen. Dette indikerer at salting har enda større ulykkesreducerende effekt på materiellskadeulykker enn på personskadeulykker.

I figur 3.1 neste side er vist resultatene fra en sammenligning mellom beregnet ulykkesfrekvens basert på henholdsvis politirapporterte ulykker og forsikringsuhell på Rv 7 på strekningene som er fulgt opp i den sammenlignende studien. Strekningen Hamremoens - Flå er saltet, mens strekningen Gol - Geilo er usaltet.



Figur 3.1

I de samme periodene som det er registrert 92 forsikringsuhell er det til sammen registrert 27 ulykker med personskade. Omregnet til ulykkesfrekvens har det skjedd 0,49 forsikringsuhell pr mill. kjøretøykilometer på den saltede strekningen og 0,91 forsikringsuhell pr mill. kjøretøykilometer på den usaltede strekningen. Ulykkesfrekvensen basert på politirapporterte ulykker for de 3 undersøkte vintrene er 0,20 personskadeulykker pr millioner kjøretøykilometer for strekningen Hamremoens-Flå (saltet) og 0,21 personskadeulykker pr millioner kjøretøykilometer for strekningen Gol-Geilo (usaltet)⁹.

For begge strekningene under ett har det vært gjennomsnittlig 3,4 ganger så mange forsikringsuhell som politirapporterte ulykker¹⁰. Det er en markert forskjell mellom saltet og usaltet strekning med forholdstall på henholdsvis 2,5 og 4,3 forsikringsuhell pr politirapportert ulykke med personskade.

Ut fra de beregnede frekvensene er risikoen for å komme ut for forsikringsuhell på Rv 7 1,9 ganger høyere på den usaltede enn på den saltede strekningen. Dette indikerer at salting reduserer materiellskadeulykkene enda mer enn personskadeulykkene.

⁹ Ulykkesfrekvensene basert på personskadeulykker er her utregnet på grunnlag av små tall, slik at statistiske tilfeldigheter kan gjøre store utslag

¹⁰ Nye enda ikke publiserte tall fra TØI viser at det utenfor tettbygd strøk i gjennomsnitt skjer 6 materiellskadeulykker pr personskadeulykke. Forholdstallet for de to strekningene i vår undersøkelse er altså mindre, men likevel i samme størrelsesorden, det lille tallmaterialet tatt i betraktning.

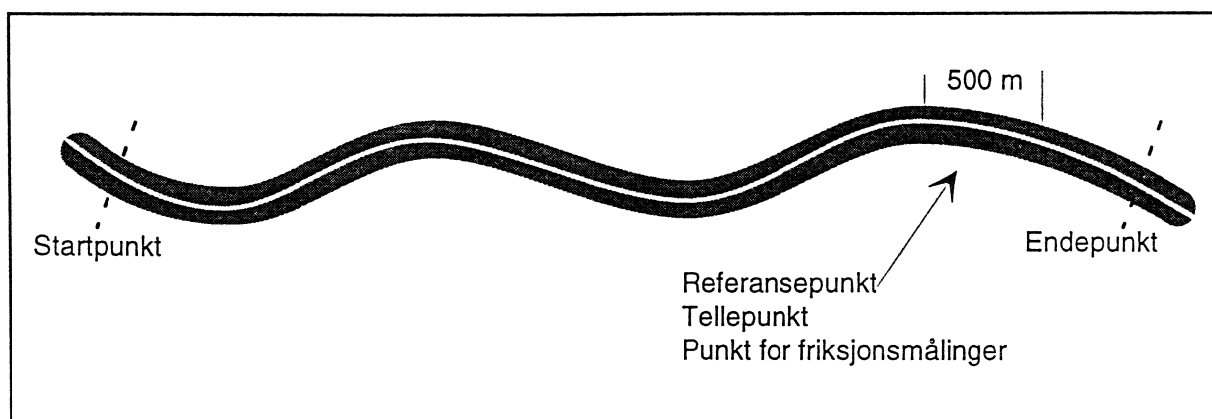
4 Saltingens effekt på kjørefart

4.1 Undersøkelsesopplegg

For å kartlegge omfanget av tiltak og følge opp situasjonen med hensyn på kjøreforholdene på saltet og usaltet vegnett, er det gjennomført følgende registreringer sesongene 1991/92, 1992/93 og 1993/94:

- Daglig observasjon av vær- og føreforhold.
- Registrering av gjennomførte tiltak. Alle tiltak er registrert, dvs både salting, sanding, brøyting og høvling.
- Friksjonsmålinger basert på bremseprøver.
- Fartsmålinger.

For hver strekning er det i tillegg til start- og endepunkt definert et referansepunkt, et tellepunkt og et punkt for gjennomføring av friksjonsmålinger etter et prinsipp som vist på figur 4.1.



Figur 4.1: Prinsipp for plassering av observasjonspunkter på strekninger i den sammenlignende studien.

Referansepunktet er en kortere strekning på ca 500 m som er observasjonsstedet for de opplysningene som er notert på tiltaksskjemaet. Hovedkriteriet for å bestemme referansepunktet var at denne delstrekningen skulle være et parti på vegen hvor tilstanden ofte er utløsende for iverksetting av tiltak¹¹. Det ble forsøkt å legge både tellepunktet og punktet for måling av friksjon på samme sted som referansepunktet.

¹¹ Der det er mest nedbør, blåser mest eller oppstår glatt føre først.

Registreringer som er gjort i den sammenlignende studien gir mulighet for å koble data for å studere hvordan kjøreforholdene, dvs vær- og føreforhold, påvirker fartsvalget. For disse analysene er det laget et system som tar utgangspunkt i fartsdata fra en gitt periode. De øvrige registreringene i samme perioden er så koblet opp mot fartsdataene.

De koblede dataene består av:

- Fartsdata.
- Vær- og føreforhold basert på registreringer 3-4 ganger om dagen.
- Gjennomførte tiltak.
- Friksjonsdata.

4.2 Oversikt over datamaterialet

Vær-, føre- og tiltaksoversikter foreligger for alle strekningene i den sammenlignende studien. Friksjonsmålinger er gjort på 20 av strekningene. Fartsmålinger fortatt med Datarec foreligger for 25 strekninger. Til sammen er det registrert 86000 timer med fartsdata de 3 vintrene.

I tabell 2.4 på side 14 er vist hvordan vær- og føreforholdene har vært i undersøkelsesperioden ut fra de observasjoner som er gjort (gjennomsnitt for alle 3 observasjonene på dagen). I tabell 4.1 og 4.2 neste side er det satt opp tilsvarende førestatistikk for de ulike observasjonstidspunktene på dagtid for henholdsvis saltet og usaltet vegnett. Som det framgår av disse oversiktene, varierer føret en del over dagen både for saltet og usaltet vegnett. På saltet vegnett øker andelen tørr/bar eller våt/bar veg fra 82% kl 0600 til 86% kl 1500. Det er en tilsvarende endring på det øvrige vegnettet, men usaltede veger har totalt bare ca halvparten av andelen bar veg i forhold til saltet vegnett. Ellers er det en tydelig endring utover dagen på usaltet vegnett med avtagende andel isføre.

Tabell 4.1: Vær- og føreforhold basert på daglige observasjoner. Gjennomsnitt for saltet vegnett sesongene 1991/92, 1992/93 og 1993/94. Observasjonstidspunkt kl 06, kl 11 og kl 15.

	Observasjonstidspunkt		
	Kl 0600	Kl 1100	Kl 1500
Andel* dager med tørr/bar veg	40%	42%	44%
Andel dager med våt/bar veg	42%	43%	42%
Andel dager med bart i spor	4%	4%	4%
Andel dager med snø/slaps	11%	9%	8%
Andel dager med isføre	3%	2%	2%

* Regnet ut fra en gjennomsnittlig vinterlengde på 140 dager

Tabell 4.2: Vær- og føreforhold basert på daglige observasjoner. Gjennomsnitt for usaltet vegnett sesongene 1991/92, 1992/93 og 1993/94. Observasjonstidspkt kl 06, kl 11 og kl 15.

	Observasjonstidspunkt		
	Kl 0600	Kl 1100	Kl 1500
Andel* dager tørr/bar veg	26%	26%	26%
Andel dager våt/bar veg	14%	18%	18%
Andel dager bart i spor	13%	14%	14%
Andel dager med snø/slaps	27%	26%	28%
Andel dager med isføre	20%	16%	14%

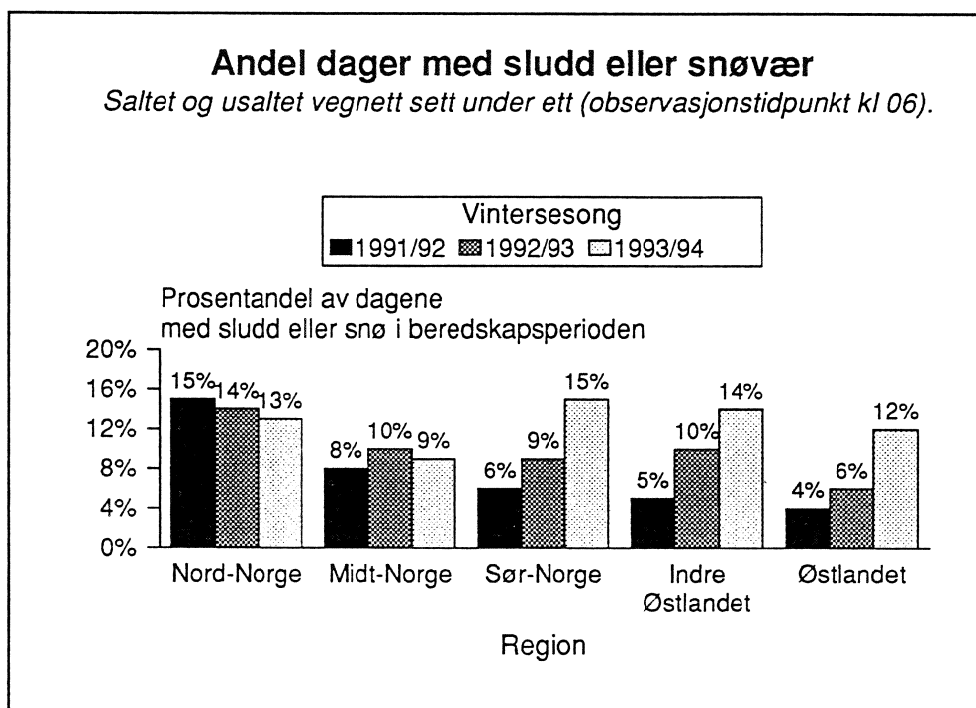
* Regnet ut fra en gjennomsnittlig vinterlengde på 140 dager

Figur 4.2 på neste side viser andel dager med snøvær i hver av vintrene for ulike deler av landet. For å se på den geografiske variasjoner i klimaet de 3 vintrene, er det foretatt en gruppering av strekningene etter en inndeling i regioner:

- Nord-Norge Nordland, Troms og Finnmark
- Midt-Norge Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag
- Sør-Norge Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane
- Indre Østlandet Hedmark, Oppland og Buskerud
- Østlandet Akershus, Oslo, Østfold og Vestfold

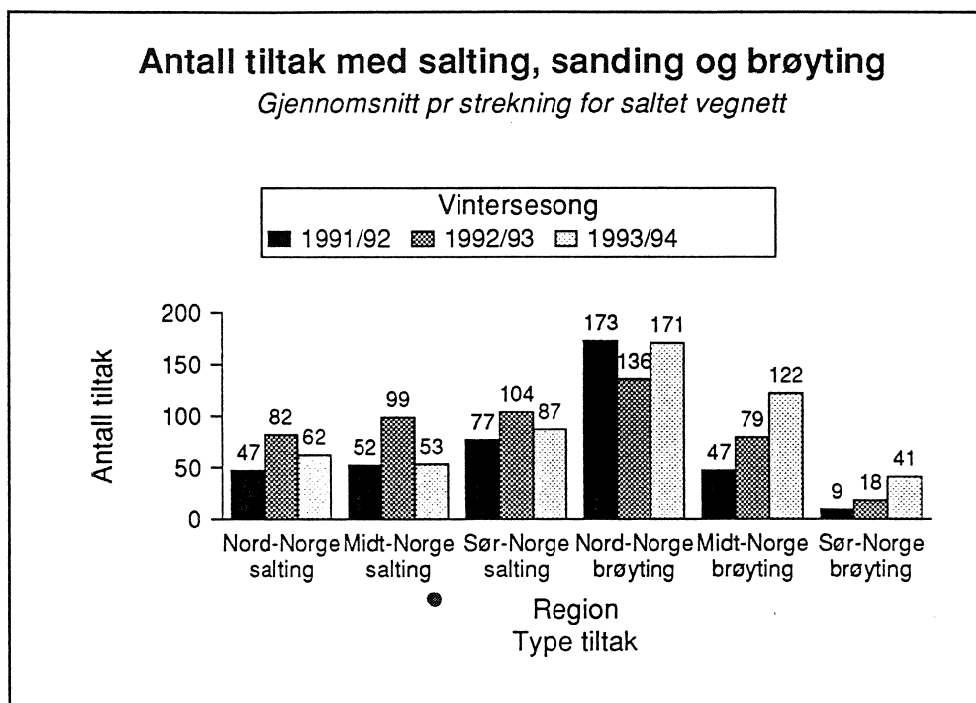
I Nord- og Midt-Norge har andelen snøvær holdt seg svært konstant de 3 sesongene, mens det har vært betydelige variasjoner i fylkene sør for Møre- og Romsdal og Sør-Trøndelag med klart større andel av dagene med sludd og snøvær vinteren 1993/94 enn begge de

foregående vintrene. Vinteren 1993/94 var som en ser av figur 4.2 den jevneste med hensyn på antall dager med snøvær i de forskjellige delene av landet.

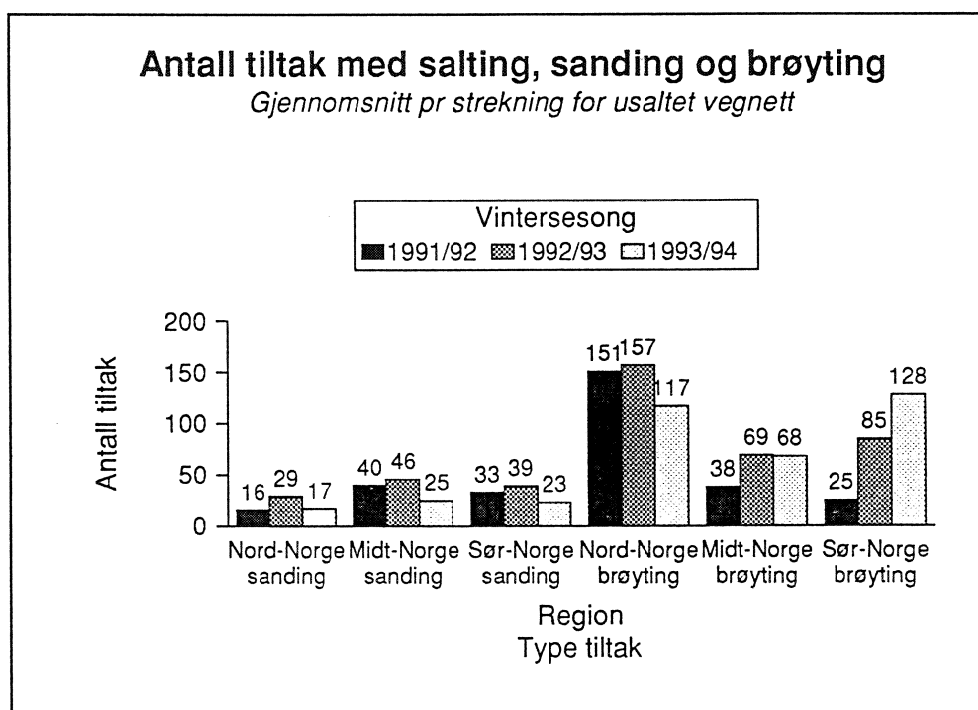


Figur 4.2

Når det gjelder mengden av tiltak, er dette framstilt på figurene 4.3 og 4.4 neste side for henholdsvis saltet og usaltet vegnett. Antall registrerte tiltak av forskjellig type er naturlig nok forskjellig på saltet og usaltet vegnett. Det mest karakteristiske er at det iverksettes friksjonstiltak i betydelig større omfang på det saltede enn på det usaltede vegnettet. Brøyteomfanget er derimot høgest på det usaltede vegnettet.



Figur 4.3



Figur 4.4

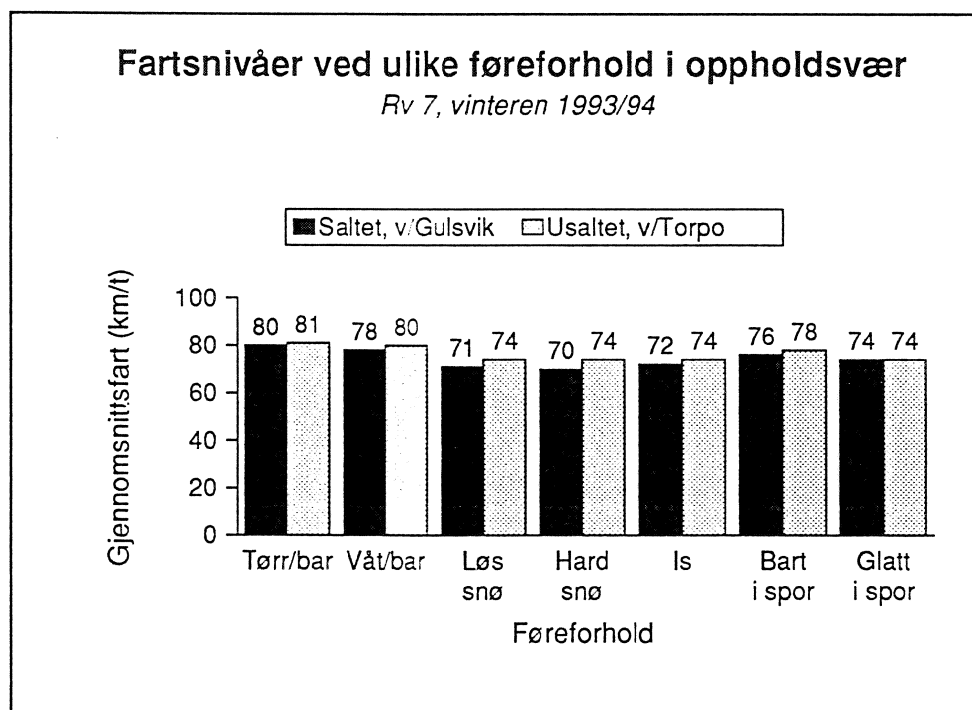
4.3 Analyseresultater

4.3.1 Fartsnivå ved ulike vær- og føreforhold

Konklusjoner:

- Den absolutte endring i gjennomsnittsfart (i forhold til tørr, bar veg) på grunn av vær- og føreforhold, er tilnærmet uavhengig av fartsnivået på stedet (dvs på tørr, bar veg).
- Av det ovenstående følger at trafikantenes kjører fortere på snø- og isføre jo høyere fartsnivået er på tørr, bar veg.
- Fartsreduksjonen er størst ved kombinasjonen isføre og regn.
- Det kan settes opp en generell fartsreduksjonstabell for kombinasjoner av ulike vær- og føreforhold for fartsnivå i området 72 - 84 km/t. Denne dekker punkter både i 80- og 90-soner.

Med utgangspunkt i de koblede dataene fra de forskjellige registreringene, er det foretatt analyser på grupperte data for å få fram karakteristiske fartsnivåer (gjennomsnittsfart) under ulike vær- og føreforhold. Som et eksempel er det i figur 4.5 gjengitt fartsnivå under oppholdsvær for forskjellige føreforhold på saltet og usaltet strekning i Buskerud.



Figur 4.5

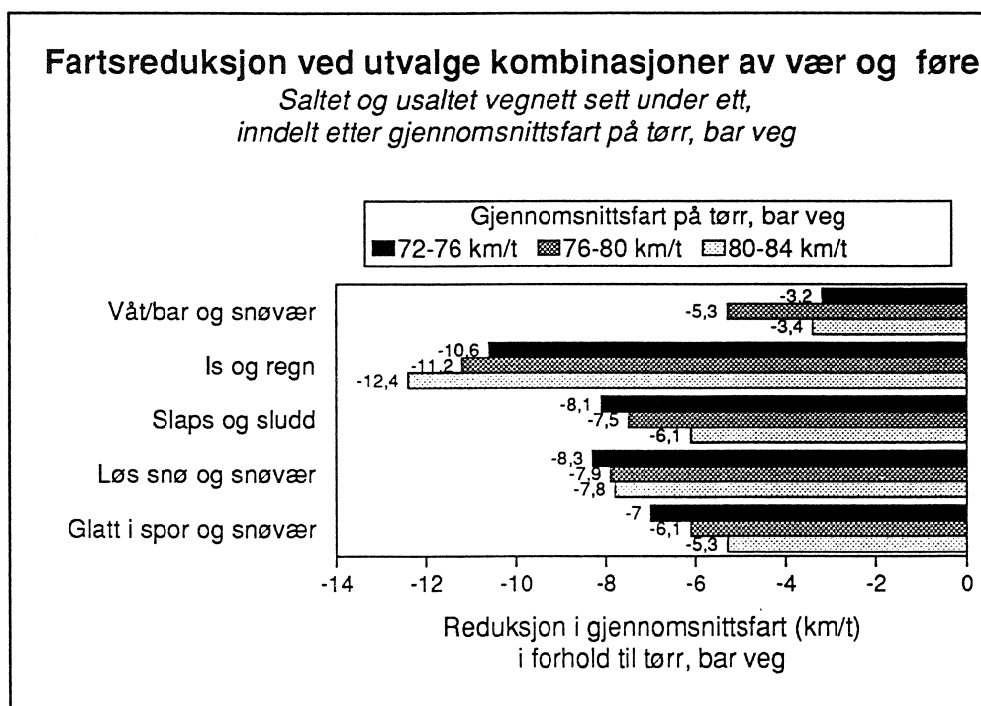
Som det framgår av figur 4.5 er fartsvariasjonen i store trekk lik i de 2 punktene. Dvs at det ved redusert friksjon synes det som om trafikantene reduserer farten like mye uavhengig av om det er etablert saltpraksis på vegen eller ikke. I fartsanalysene har vi derfor valgt å behandle tellepunkter på saltet og usaltet vegnett under ett.

Tilsvarende oversikter som er illustrert figur 4.5 kan settes opp for hvert tellepunkt for de aktuelle kombinasjonene av vær- og føreforhold. For å forenkle framstillingen har det imidlertid vært nødvendig å gruppere tellepunktene. Dette er valgt gjort avhengig av fartsnivået på tørr/bar veg under oppholdsvær. Tellepunkt i 80- og 90-soner med et fartsnivå i området 72 -84 km/t er inndelt i gruppene 72-76 km/t, 76-80 km/t og 80-84 km/t. Den siste gruppen inneholder punkter både i 80- og 90-soner.

For å korrigere for at det kan være ulike punkt med ulike fartsnivå som er representert ved de forskjellige kombinasjoner av vær og føre, er det beregnet fartsdifferanser i forhold til gjennomsnittsfarten ved tørr/bar veg og oppholdsvær i hvert tellepunkt. Dvs at det er den gjennomsnittlige fartsendringen og ikke gjennomsnittsfarten som er beregnet.

Resultatene av analysene for de 3 fartsnivåene er gjengitt i vedlegg 1. Gjennomsnittsfarten for punktene i de 3 gruppene er henholdsvis 74,7 km/t, 78,5 km/t og 82,4 km/t.

Ut i fra tallmaterialet i vedlegg 1 ser fartsreduksjonen ut til i stor grad til å ha sammenheng med føreforholdene i alle 3 fartsgruppene materialet er inndelt i. Det virker imidlertid ikke som om trafikantene reduserer farten til samme nivå på snø- og isføre. Fartsnivået ved gode kjøreforhold og dermed vegstandarden på stedet, virker i stor grad å være bestemmende for trafikantenes fartstilpasning til dårlig føre. Selv om materialet ikke er helt homogent, er hovedtendensen helt klar ved at trafikantene kjører fortere på snø- og isføre jo høyere fartsnivået er på tørt føre. Dette er illustrert i figur 4.6 (neste side) som viser fartsreduksjonen under ulike kombinasjoner av snø- og isføre og nedbør i form av regn eller snø. Til sammenligning er det også vist fartsendringen ved våt/bar veg og snøvær.



Figur 4.6

Som det framgår av figur 4.6 er det for ulike kombinasjoner av is- og snøføre og nedbør i form av regn eller snø omtrent den samme fartsreduksjonen ved de 3 fartsnivåene. Det kan være en viss tendens til at fartsreduksjonen er noe større med økende fartsnivå under de vanskeligste kjøreforholdene, dvs regn på isføre. Tallmaterialet er imidlertid for lite til at dette kan slås fast rent generelt.

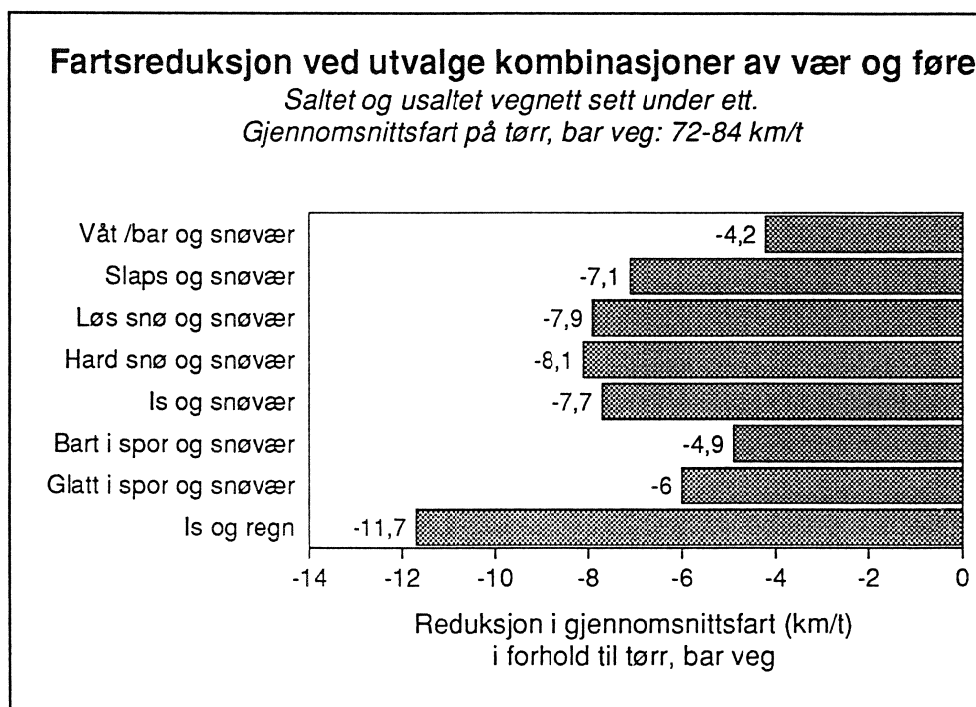
Tabell 4.3: Fartsreduksjon ved ulike vær- og føreforhold. Fart ved tørr/bar veg og oppholdsvær: 72-84 km/t. Saltet og usaltet vegnett.

Føre	Nedbør					
	1=opphold	2=yr	3=regn	4=sludd	5=snø	6=tåke
1=tørr/bar	0,0	-2,4			-4,7	-2,0
2=våt/bar	-2,2	-2,7	-2,4	-4,7	-4,2	-3,8
3=slaps	-5,6	-6,2	-8,8	-7,3	-7,1	
4=løs snø	-6,1	-11,6			-7,9	
5=hard snø	-5,9	-10,6	-7,0		-8,1	
6=is	-5,3	-8,8	-11,7	-5,6	-7,7	-3,4
7=rim	-3,3	-6,3				
8=bart i spor	-5,1	-5,7	-12,6		-4,9	
9=glatt i spor	-4,9	-12,4	-9,3	-5,8	-6,0	

Siden forskjellene i fartskompensasjon er så små for de ulike fartsnivåene, kan det settes opp en generell tabell med fartsreduksjon for de ulike vær- og førekombinasjonene. Dette er

gjort i tabell 4.3 som derved baserer seg på alle fartsmålingene som inngår i analysene for punkter hvor fartsnivået ligger i området 72 - 84 km/t.

I figur 4.7 nedenfor er illustrert fartsdifferansene under snøvær og varierende føreforhold. Forskjellene er små mellom de ulike føretypene hvor det enten er snø, is eller spor i kjørebanelen.



Figur 4.7

Når det gjelder øvrige fartsnivåer, foreligger det noe materiale både i 60-soner med fartsnivå i området 59 - 63 km/t og 90-soner med fartsnivå i området 84-88 km/t som gjør det mulig å se på enkelte vær- og førekombinasjoner. Materialet er imidlertid så lite i 60-soner og høyeste fartsnivåene i 90-soner at det ikke er grunnlag for å sette opp tilsvarende oversikt som i tabell 4.3. Materialet er likevel stort nok til at det virker som det er en reell forskjell i fartsreduksjon i de ulike fartsgrensesonene. Det ser derfor ikke ut til å være mulig å operere med en fartsreduksjonstabell for hele fartssonespekteret.

4.3.2 Sammenheng mellom fart og friksjon

Konklusjoner:

- Det skjer en fartsreduksjon på alle typer vinterføre og fartsreduksjonen er større jo lavere friksjonen er på en bestemt føretype.
- Ved lav friksjon er fartsreduksjonen størst i regnvær, klart mindre i snøvær og minst under oppholdsvær. Ved god friksjon er fartsreduksjonen størst i snøvær.
- Fartsreduksjonen er på langt nær nok til å opprettholde samme stopplengde ved avtagende friksjon.
- Fartsreduksjonen ser ut til å være bestemt mye ut fra hva som oppfattes som vanskelige kjøreforhold og i mindre grad ut fra den faktiske friksjonen.

I tabell 4.4 er satt opp fartsreduksjon for ulike kombinasjoner av føreforhold og friksjon for saltet og usaltet vegnett sett under ett. Fartsnivået ved tørr/bar veg og oppholdsvær for hele materialet som ligger til grunn for friksjonsanalysene er 78,7 km/t. I tabell 4.4 er gjennomsnittlig friksjon oppgitt i parentes for de ulike friksjonsintervallene.

Som det går fram av tabell 4.4 er det jevnt over et mønster at fartsreduksjonen er størst ved det laveste friksjonsintervallet ved snø- og isføre, men bildet er ikke helt entydig. Noe av forklaringen på de avvikende verdier for slaps ved friksjon 0,16-0,25 og for løs snø ved friksjon 0,36-0,45 kan ligge i at det ikke er skilt på nedbørsforhold i tabell 4.4. Materialet er imidlertid ikke stort nok til samtidig å skille både på føreforhold og værforhold ved oppsplitting på friksjonsintervall.

I tabell 4.5 er det satt opp tilsvarende oversikt som i tabell 4.4, men føreforhold er byttet ut med nedbørstype.

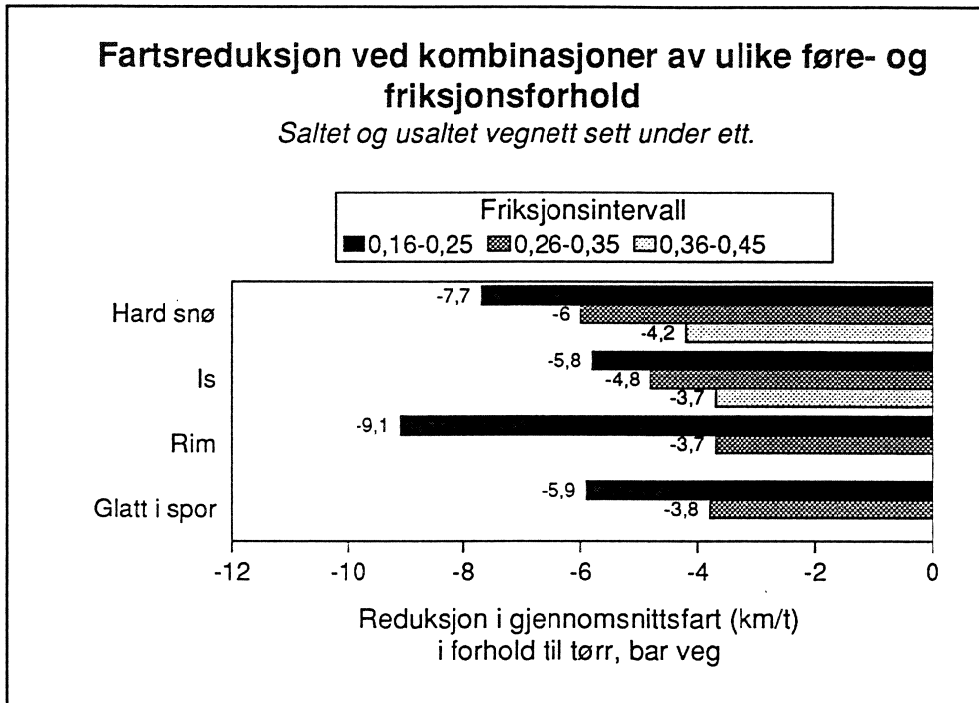
Tabell 4.4: Fartsreduksjon ved ulike kombinasjoner av føreforhold og friksjon. Alle værforhold. Saltet og usaltet vegnett. Fartsnivå ved tørrbar veg og oppholdsvær: 78,7 km/t.

Føreforhold	Friksjonsintervall (basert på målte verdier, gjennomsnittlig friksjonskoeffisient angitt i parentes)				
	0,16-0,25	0,26-0,35	0,36-0,45	0,46-0,55	0,55-
Tørr/bar					0,0 (0,68)
Våt/bar				-1,8 (0,54)	
Slaps	-4,7 (0,23)	-7,7 (0,30)	-6,2 (0,41)		
Løs snø	-7,7 (0,23)	-5,7 (0,30)	-7,0 (0,41)		
Hard snø	-7,7 (0,22)	-6,0 (0,32)	-4,2 (0,40)		
Is	-5,8 (0,21)	-4,8 (0,30)	-3,7 (0,41)		
Rim	-9,1 (0,23)	-3,7 (0,28)			
Bart i spor			-4,1 (0,44)	-2,3 (0,51)	-1,4 (0,65)
Glatt i spor	-5,9 (0,22)	-3,8 (0,29)			

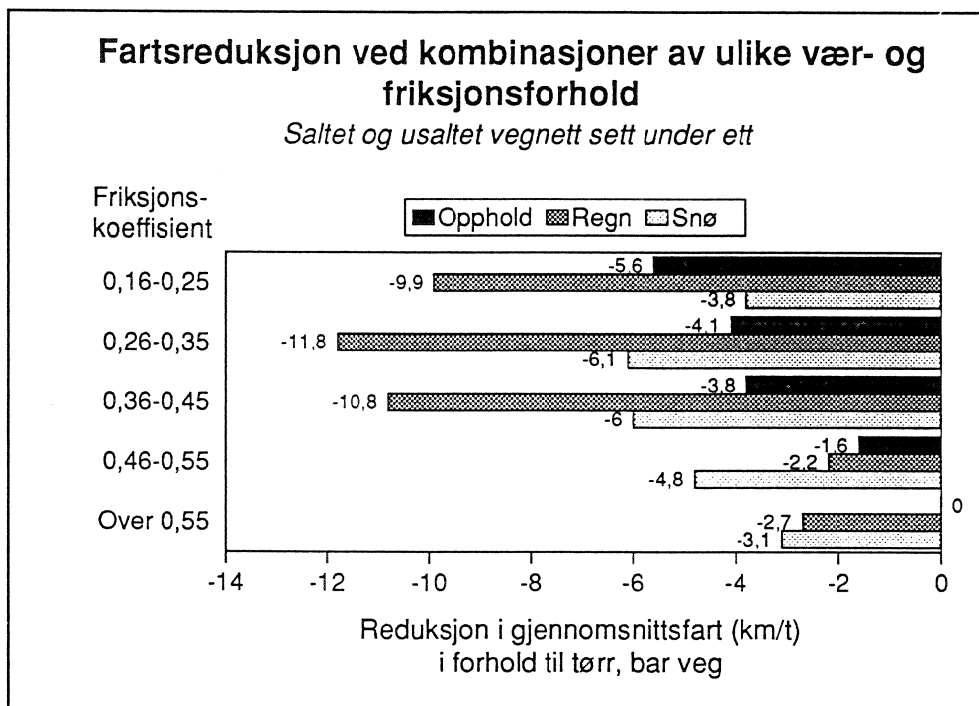
Tabell 4.5: Fartsreduksjon ved ulike kombinasjoner av nedbørsforhold og friksjon. Saltet og usaltet vegnett. Fartsnivå ved tørrbar veg og oppholdsvær: 78,7 km/t.

Værforhold	Friksjonsintervaller (basert på målte verdier, gjennomsnittlig friksjonskoeffisient angitt i parentes)				
	0,16-0,25	0,26-0,35	0,36-0,45	0,46-0,55	0,55-
Opphold	-5,6 (0,22)	-4,1 (0,30)	-3,8 (0,41)	-1,6 (0,52)	0,0 (0,67)
Yr	-10,9 (0,23)	-9,9 (0,31)	-9,7 (0,41)	-1,4 (0,54)	-2,3 (0,63)
Regn	-9,9 (0,21)	-11,8 (0,29)	-10,8 (0,42)	-2,2 (0,54)	-2,7 (0,61)
Sludd	-6,6 (0,19)	-7,7 (0,31)	-8,4 (0,42)	-4,1 (0,52)	-3,5 (0,61)
Snø	-6,9 (0,23)	-6,1 (0,30)	-6,0 (0,42)	-4,8 (0,51)	-3,1 (0,64)
Tåke			-5,2 (0,45)		-2,5 (0,70)

I figurene 4.8 og 4.9 er vist fartsreduksjonen for en del av kombinasjonene i tabell 4.4 og 4.5. Figur 4.8 viser at fartskompensasjonen avtar med økende friksjon ved både hard snø, is, rim og glatt i spor. Når det gjelder fartsreduksjon ved en gitt friksjon under varierende værforhold (se figur 4.9) er bildet svært entydig i de 3 laveste friksjonsintervallene. Fartsreduksjonen er størst i regnvær, klart mindre i snøvær og lavest under oppholdsvær.



Figur 4.8



Figur 4.9

Fartsreduksjonen ved avtagende friksjon er imidlertid vesentlig mindre enn det føreforholdene skulle tilsi dersom stopplengden skulle vært holdt konstant. For eksempel skiller det på isføre bare ca 2 km/t i gjennomsnittlig fart ved friksjon på 0,16-0,25 i forhold til farten når friksjonen ligger i intervallet 0,36-0,45. Dersom stopplengden skulle vært opprettholdt som på tørr/bar veg, burde farten på isføre i det laveste friksjonsintervallet vært ca 48 km/t. I intervallet 0,36-0,45 burde farten vært ca 64 km/t. Dvs at forskjellen burde vært ca 15 km/t, se også avsnitt 4.4.

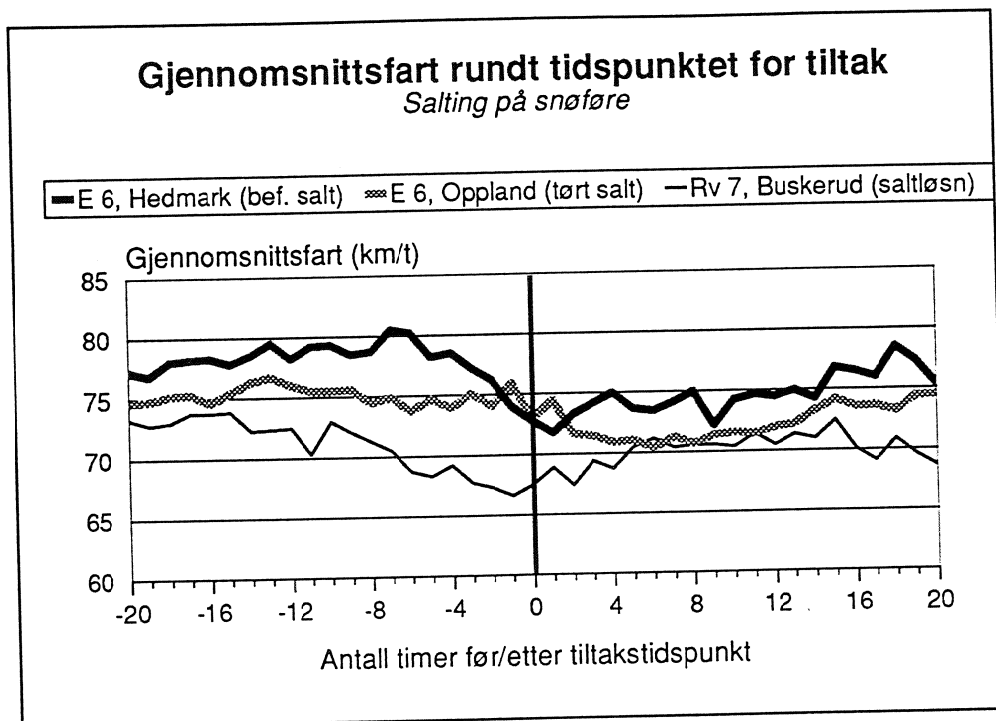
4.3.3 Fartsvariasjon før og etter gjennomføring av ulike tiltak

Konklusjoner:

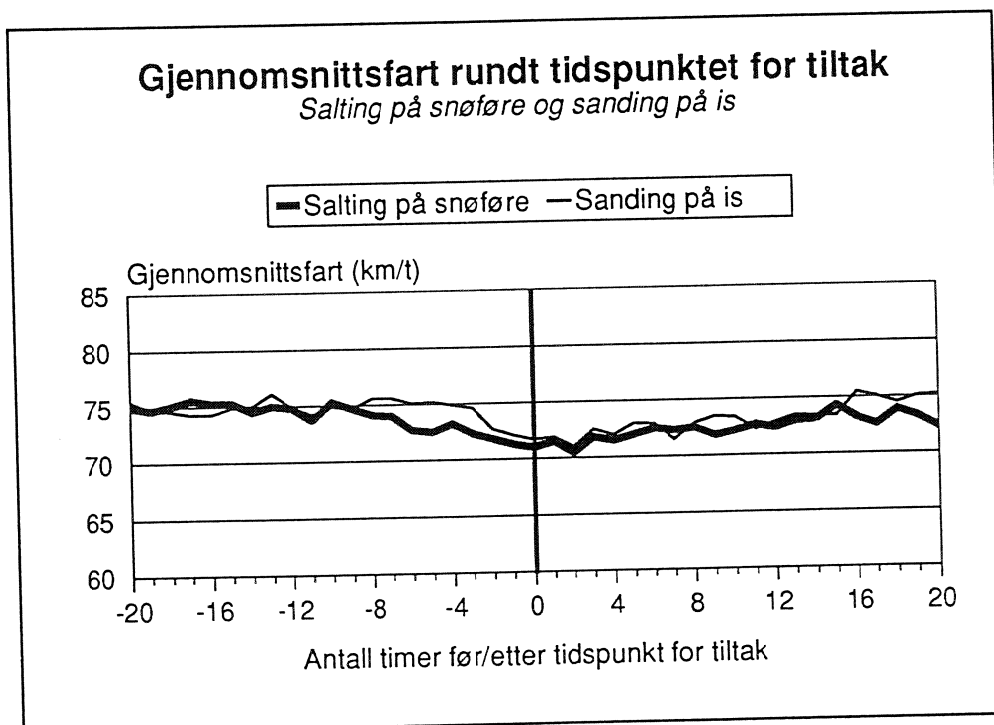
- Salting på snøføre fører til fartsøkning etter tiltakstidspunktet, og farten øker nesten opp mot fartsnivået før snøfallet i løpet av de 20 første timene.
- Sanding på is på usaltet vegnett har en klar effekt på fartsnivået, og har nesten samme effekt på fartsbildet som salting på snø.

Tiltakstidspunktet er registrert. Dette gjør det mulig å se på hvordan farten varierer rundt tidspunktet for tiltak. Det kan stilles opp en rekke ulike kombinasjoner av føreforhold, tiltaksårsak og type tiltak for ulike strekninger, men det er her valgt å begrense presentasjonen til noen få eksempler. Figur 4.10 viser fartsutviklingen før og etter salting på snøføre på 3 strekninger. På figur 4.11 er de 3 kurvene for salting på snøføre slått sammen til en gjennomsnittskurve. En tilsvarende kurve for fartsutviklingen er vist for sanding på is på usaltet vegnett i de samme fylkene (Hedmark, Oppland og Buskerud). Det er valgt å betrakte perioden 20 timer før og 20 timer etter tiltak.

Ved at oversiktene i figur 4.10 og 4.11 bygger på ulike tidsperioder og dermed varierende trafikk, er det naturlig at fartskurvene er litt ujevne. Gjennomsnittlig trafikkvolum de enkelte timene ligger for alle kurvene i området 30-300 kjt/time.



Figur 4.10



Figur 4.11

Utviklingen i gjennomsnittsfarten i forhold til tiltakstidspunktet (salting på snø) er nokså likeartet for de 3 punktene vist på figur 4.10. Farten avtar mot tiltakstidspunktet for så å øke igjen opp mot nivået før snøfallet innen 20 timer. Kurven for usaltet vegnett på figur 4.11 viser at også sanding på is har en tydelig effekt på fartsnivået. Fartsbildet ved salting på snø og sanding på is er nokså likt selv om "friksjonseffekten" av de 2 tiltakene er helt forskjellig.

Fartskurvene rundt tiltakstidspunktet ved snø- og isføre stemmer godt over ens med resultatet fra analysene i avsnitt 4.3.1, slik at strekningene i Hedmark, Oppland og Buskerud bør være representative for hva som skjer rundt iverksetting av tiltak. Effekten av salting på snø og is vil imidlertid i stor grad være avhengig av trafikkvolumet slik at bildet naturlig nok vil være et annet ved større trafikkmengder.

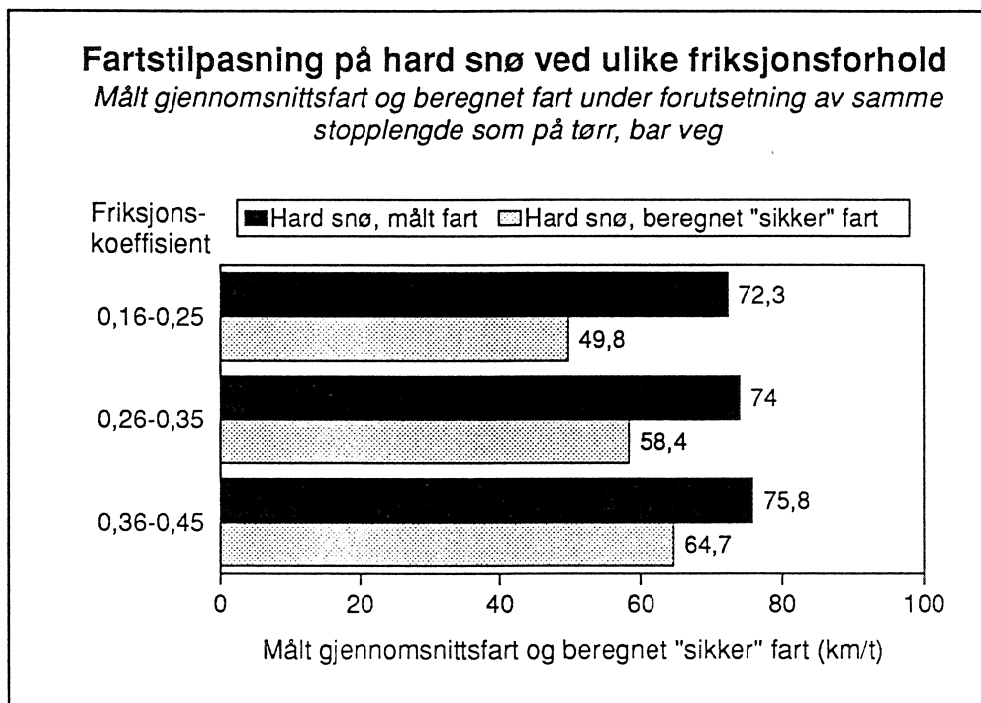
4.4 Fart og friksjon sett i sammenheng med resultater fra ulykkesanalysen

Konklusjoner:

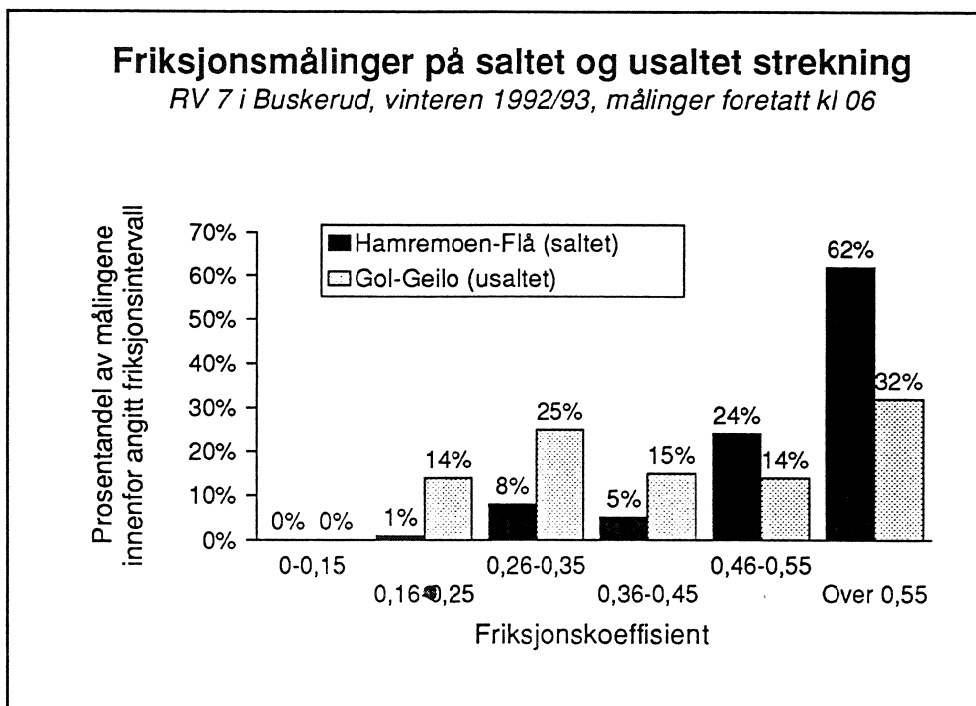
- Det er klart større antall dager med glatt veg og derav flere dager med nedsatt friksjon på usaltet enn på saltet vegnett
- Det skjer en fartsreduksjon på alle typer vinterføre og fartsreduksjonen er større jo lavere friksjonen er på en bestemt føretype.
- Fartsreduksjonen er på langt nær nok til å opprettholde samme stopplengde ved avtagende friksjon.
- Det er også en fartsreduksjon på våt/bar veg. Dvs at større andel våt vegbane som er en følge av saltingen gir en senking i fartsnivået i forhold til tørr vegbane.

Hovedtrekkene i analysene av hvordan farten varierer kan oppsummeres med at trafikantene foretar en tilpasning til føreforholdene, men denne tilpasningen er på langt nær tilstrekkelig til å kompensere for redusert veggrep. Som eksempel er det i figur 4.12 vist målt fart på hard snø sammenlignet med maksimal fart for å kunne stanse med samme stopplengde som på tørt føre ved et fartsnivå på 80 km/t.

Av figur 4.12 ser en at fartstilpasningen blir dårligere med avtagende friksjon. Samtidig er friksjonsforholdene gjennomgående helt forskjellig på saltet og usaltet vegnett, jf figur 4.13 neste side. Sett i forhold til ulykkesanalysen synes det å være klare sammenhenger mellom friksjonsforholdene på vegnettet og ulykkesituasjonen. Det at det er flere dager med lav friksjon og dermed flere dager med dårligere fartstilpasning på usaltet enn på saltet vegnett, ser ut til å være en viktig forklaring på at salting har en ulykkesreducerende effekt. Dette underbygges også av en forenklet risikoberegning som er foretatt på materialet i den sammenlignende studien. På glatt føre er det beregnet at ulykkesrisikoen er ca 4 ganger høyere på glatt føre enn på tørr/bar veg.



Figur 4.12



Figur 4.13

4.5 Beregning av tidseffekter

4.5.1 Generelt

Ut fra gjennomsnittsfarten under ulike kjøreforhold (kombinasjoner mellom vær- og føreforhold) kan en beregne hvordan ulike vedlikeholdsstrategier slår ut på kjøretida på en strekning.

Med utgangspunkt i vær- og førestatistikk gjennom vinterperioden kan det settes opp en vær- og førematrise med samme oppbygging som tabellen over fartesreduksjoner, jfr tabell 4.3. For en strekning i kan det dermed beregnes følgende tidsforbruk over vinterperioden:

$$TIDSFORBRUK_i = DØGNTRAF \cdot ANTDAGER \cdot \frac{1}{100} \cdot \sum_{n=1}^{n=6} \sum_{f=1}^{f=9} \frac{ANDEL_{nf}}{FART_{nf}}$$

$TIDSFORBRUK_i$ = tidsforbruk i timer pr kilometer

$DØGNTRAF$ = antall kjøretøyer pr døgn, ukegjennomsnitt

$ANTDAGER$ = antall dager i vinterperioden

$ANDEL_{nf}$ = prosentandel av perioden med den aktuelle kombinasjonen av vær- og føreforhold

$FART_{nf}$ = fartsnivået i km/t ved den aktuelle kombinasjonen av vær- og føreforhold

4.5.2 Eksempel på tidseffekter på saltet og usaltet vegnett

På hard snø og is som er vanlig vinterføre på usaltet vegnett, er fartreduksjonen i under ellers gode kjøreforhold i gjennomsnitt ca 6 km/t i forhold til farten på tørr/bar veg. Dette tilsvarer en økning i reisetiden pr kjøretøy på ca 5 minutter over en strekning på 60 km, noe som vil gjøre store utslag ved beregning av tidskostnader.

Tabell 4.6: Prosent av tiden med ulike komb. av vær- og føreforhold. Gj.sn. for sesongene 91/92, 92/93 og 93/94 for saltet vegnett i den sammenlignende studien. Observasjonstidspkt. kl 11.

Føreforhold	Værforhold						
	Opphold	Yr	Regn	Sludd	Snø	Tåke	SUM
Tørr/bar	40,9	0,1			0,3	0,2	41,5
Våt/bar	28,2	4,9	6,7	1,1	1,7	0,2	42,8
laps	1,5	0,1	0,3	0,7	1,1		3,7
Løs snø	1,5			0,1	2,1		3,7
Hard snø	1,6				0,3		1,9
Is	0,8	0,1			0,1		1,0
Rim	0,7	0,1					0,8
Bart i spor	3,6				0,4		4,1
Glatt i spor	0,3			0,1	0,1		0,5
SUM	79,1	5,3	7,0	2,0	6,2	0,4	100,0

Tabell 4.7: Prosent av tiden med ulike kombinasjoner av vær- og føreforhold. Gj.sn. for 91/92, 92/93 og 93/94 for usaltete veger i den sammenlignende studien. Observasjonstidspkt. kl 11.

Føreforhold	Værforhold						
	Opphold	Yr	Regn	Sludd	Snø	Tåke	SUM
Tørr/bar	25,3	0,1			0,1		25,5
Våt/bar	9,8	2,7	4,3	0,6	0,6		18,0
Slaps	1,8	0,6	0,7	0,9	0,6		4,6
Løs snø	3,1	0,4		0,3	5,1		8,9
Hard snø	10,6	0,3		0,1	1,8		12,8
Is	10,2	0,5	0,5	0,1	0,9		12,2
Rim	1,6						1,6
Bart i spor	12,4	0,4	0,4	0,1	0,8		14,2
Glatt i spor	1,9	0,1			0,1		2,2
SUM	76,9	5,1	5,9	2,1	10,0		100,0

For å se utslagene over hele vintersesongen er det gjort en beregning basert på gjennomsnittlig vær- og føre i de 3 sesongene som er fulgt opp i den sammenlignende studien. Det er tatt ut opplysninger fra observasjonstidspunktet kl 1100 for alle strekningene på henholdsvis saltet og usaltet vegnett. Dette gir en statistikk som vist i tabellene 4.6 og 4.7.

Med utgangspunkt i vær- og førestatistikken i tabellene 4.6 og 4.7 og fartsdifferansene i tabell 4.3 er det gjort en beregning for en saltet og en usaltet strekning. Det er gått ut fra

en strekning på 60 km, 140 dager vinterperiode og døgntrafikk på 4000. Beregningsresultatene er vist i tabell 4.8.

Tabell 4.8: Beregnet tidsforbruk på en strekning på 60 km, fartsgrense 80 km/t, døgntrafikk på 4000 og 140 dager vinterperiode. Saltet og usaltet vegnett, gjennomsnitt for 3 sesonger.

Vedlikeholdspraksis	Tidsforbruk i gjennomsnitt over 3 vintersesonger
Saltet	460.900 kjøretøytimer
Usaltet	435.500 kjøretøytimer
Tidsforskjell	25.400 kjøretøytimer

Tidsforskjellen som er beregnet går i favør av en vedlikeholdsstandard basert på bruk av salt i vintervedlikeholdet. Det presiseres at beregningene er gjort for gjennomsnittlige kjøreforhold. Tidsgevinsten på en bestemt strekning vil være avhengig både av temperaturforhold og trafikkmengde og vil derved også kunne variere fra sesong til sesong.

Ved at forskjellige vedlikeholdsrutiner gir seg målbare utslag i kjøreforholdene kan beregningsmodellen som er laget brukes både for å måle kvaliteten på vedlikeholdet og for å beregne effekter av alternative strategier. Det vil da være nødvendig å videreutvikle metodikken, men mye av grunnlaget vil kunne ligge i de dataene som er presentert.

5 Konklusjoner

Generelt

Et viktig mål med undersøkelsen har vært å finne ut hva saltingen har å si for trafikkulykkene på det norske vegnettet. For å ha et best mulig grunnlag for å trekke konklusjoner er det gjennomført 2 uavhengige studier basert på politirapporterte ulykker med personskade.

I tillegg til ulykkesanalysene er det sett på hvordan forsikringsuhell fordeler seg på saltet og usaltet strekning i Buskerud.

For å understøtte ulykkesanalysene er det foretatt registrering av vær- og føreforhold, gjennomførte tiltak og målt fart på vegnettet som er med i den sammenlignende studien.

Saltingens effekt på personskadeulykker

Salting slik den foregår i dag reduserer antall politirapporterte trafikkulykker i saltingssesongen med i størrelsesorden 20%.

Dette er en konklusjon som trekkes ut fra en total vurdering av resultatet fra før-etterundersøkelsen og fra den sammenlignende undersøkelsen.

Resultatene fra de to ulykkesstudiene gir ellers grunnlag for å trekke følgende konklusjoner:

- Saltingen gir større ulykkesreduksjon i overgangsperiodene høst og vår (månedene oktober-november og mars/april) enn i vintermånedene.
- Det er ingen indikasjoner på at salting medfører noen ulykkesøkning på tilliggende strekninger som ikke saltes.
- Salting gir større reduksjon av antall alvorlige ulykker enn av antall ulykker med lett skade.
- Salting reduserer antall ulykker på dagtid mer enn antall ulykker kveld/natt.
- I følge før-etterundersøkelsen har salting større effekt der fartsgrensen er 80 eller 90 km/t enn der den er 50, 60 eller 70.

- Selv etter salting skjer en betydelig andel av ulykkene på vinterføre (helt eller delvis snø- eller isdekket kjørebane).
- Saltingen gir større ulykkesreducerende effekt på veier med dårlig enn på veier med god horisontalgeometri.
- Saltingen har størst ulykkesreducerende effekt på veier der vegbanen ville vært dekket av snø og is store deler av saltingssesongen dersom salting *ikke* hadde vært gjennomført

Saltingens effekt på forsikringskader

- Risikoen for å bli involvert i forsikringsuhell har vært 1,9 ganger høyere på den usaltede enn på den saltede strekningen på Rv 7 i Buskerud som er med i den sammenlignende studien.

Til tross for et lite datamateriale, indikerer dette resultatet at saltingen reduserer antall forsikringskader mer enn de politirapporterte ulykkene.

Saltingens effekt på kjørefart og sammenheng mellom friksjon og ulykker

- Det skjer en fartsreduksjon på alle typer vinterføre. Fartsreduksjonen (i forhold til farten på tørr/bar veg) er større jo lavere friksjonen er på en bestemt føretype.
- Fartsreduksjonen ved lav friksjon er ikke stor nok til å opprettholde samme stopplengde som ved gode friksjonsforhold. Det vil si at førerne kjører med mindre sikkerhetsmargin jo lavere friksjonen er.
- Den absolutte endring i gjennomsnittsfart (i forhold til tørr, bar veg) på grunn av vær- og føreforhold, er tilnærmet uavhengig av fartsnivået på stedet (dvs på tørr, bar veg). Dette innebærer at trafikantene kjører fortere på glatt føre jo høyere fartsnivået er under gode kjøreforhold.
- Kombinasjoner av isføre og regn gir den største fartsreduksjonen i forhold til farten ved tørr/bar veg. Farten settes da i gjennomsnitt ned med ca 12 km/t.
- Salting på snøføre fører til fartsøkning etter tiltakstidspunktet og farten når nesten opp mot utgangsnivået før snøfallet i løpet av de 20 første timene. Sanding på is har også en slik effekt uten at tiltakene derved kan sammenlignes fordi virkningen på friksjonen er forskjellig.

- I gjennomsnitt over vinteren er det glatt føre ca 16% av tiden på saltet vegnett og på usaltet vegnett er det glatt føre ca 42% av tiden.

Sammenhengen mellom friksjon og kjørefart, illustrerer virkningen av saltingen og tydeliggjør hvorfor salt har en ulykkesreduserende effekt.

Beregning av tidseffekter

- På vanlig vinterføre som hard snø og is bruker kjøretøyene ca 5 minutter lengre tid på å kjøre en strekning på 60 km. Dette er sett i forhold til reisetiden på tørr, bar veg.
- For en strekning på 60 km, et trafikkvolum på 4000 kjt pr døgn og fartsnivå på tørr/bar veg på 80 km/t tilsvarer forskjellene i kjøreforhold mellom saltet og usaltet vegnett ca 25.000 kjøretøytimer over en vinterperiode på 140 dager.

Vedlegg 1:

Fartsreduksjon ved ulike vær- og føreforhold ved inndeling etter fartsnivået på tørr, bar veg.

Tabell 1A: Fartsreduksjon ved ulike vær- og føreforhold. Fart ved tørr/bar veg og oppholdsvær: 72-76 km/t. Saltet og usaltet vegnett.

Føre	Nedbør					
	1=opphold	2=yr	3=regn	4=sludd	5=snø	6=tåke
1=tørr/bar	0,0 (74,7)				-7,3 (67,4)	
2=våt/bar	-2,6 (72,1)	-1,3 (73,4)	-2,9 (71,8)	-5,4 (69,3)	-3,2 (71,5)	-3,0 (71,7)
3=slaps	-5,5 (69,2)	-6,9 (67,8)	-7,0 (67,7)	-8,1 (66,6)	-5,5 (69,2)	
4=løs snø	-5,7 (69,0)				-8,3 (66,4)	
5=hard snø	-6,5 (68,2)				-9,3 (65,4)	
6=is	-7,6 (67,1)	-13,1 (61,6)	-10,6 (64,1)		-9,0 (65,7)	
7=rim	-3,4 (71,3)					
8=bart i spor	-4,2 (70,5)	-5,4 (69,3)	-11,0 (63,7)		-5,0 (69,7)	
9=glatt i spor	-4,3 (70,4)	-7,6 (67,1)			-7,0 (67,7)	

Tabell 1B: Fartsreduksjon ved ulike vær- og føreforhold. Fart ved tørr/bar veg og oppholdsvær: 76-80 km/t. Saltet og usaltet vegnett.

Føre	Nedbør					
	1=opphold	2=yr	3=regn	4=sludd	5=snø	6=tåke
1=tørr/bar	0,0 (78,5)	-1,3 (77,2)			-6,0 (72,5)	-1,2 (77,3)
2=våt/bar	-2,9 (75,6)	-2,9 (75,6)	-2,3 (76,2)	-3,5 (75,0)	-5,3 (73,2)	-0,4 (78,1)
3=slaps	-6,2 (72,3)	-8,4 (70,1)	-7,7 (70,8)	-7,5 (71,0)	-8,6 (69,9)	
4=løs snø	-6,4 (72,1)	-8,7 (69,8)		-9,6 (68,9)	-7,9 (70,6)	
5=hard snø	-6,9 (71,6)	-9,1 (69,4)	-2,8 (75,7)		-10,1 (68,4)	
6=is	-5,7 (72,8)	-9,4 (69,2)	-11,2 (67,3)	-5,9 (72,6)	-5,7 (72,8)	-1,9 (76,6)
7=rim	-3,6 (74,9)	-3,1 (75,4)		-5,4 (73,1)	-6,6 (71,9)	-0,7 (77,8)
8=bart i spor	-5,0 (73,5)	-7,4 (71,1)	-12,4 (66,1)	-1,4 (77,1)	-6,0 (72,5)	

Tabell 1C: Fartsreduksjon ved ulike vær- og føreforhold. Fart ved tørr/bar veg og oppholdsvær: 80-84 km/t. Saltet og usaltet vegnett.

Føre	Nedbør					
	1=opphold	2=yr	3=regn	4=sludd	5=snø	6=tåke
1=tørr/bar	0,0 (82,4)	-3,5 (78,9)			-2,8 (79,6)	-1,6 (80,8)
2=våt/bar	-1,5 (80,9)	-3,4 (79,0)	-2,1 (80,3)	-5,1 (77,3)	-3,9 (78,5)	-4,3 (78,1)
3=slaps	-4,9 (77,5)	-4,8 (77,6)		-6,1 (76,3)	-7,0 (75,4)	
4=løs snø	-5,2 (77,2)				-7,8 (74,6)	
5=hard snø	-4,9 (77,5)				-5,8 (76,6)	
6=is	-4,1 (78,3)	-5,9 (76,5)	-12,4 (70,0)	-5,0 (77,4)	-9,2 (73,2)	-4,5 (77,9)
7=rim	-3,0 (79,4)	-7,9 (74,5)				
8=bart i spor	-5,5 (76,9)	-2,1 (80,3)			-3,9 (78,5)	
9=glatt i spor	-5,1 (77,3)		-8,5 (73,9)		-5,3 (77,1)	

