



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



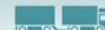
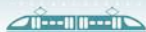
Vinterdrift og Trafikksikkerhet

Alena Katharina Høye, Tor-Olav Nævestad, Rune Elvik
1961/2023

Oppdragsgiver:



Statens vegvesen



Tittel:	Vinterdrift og Trafikksikkerhet
Tittel engelsk:	Winter Maintenance and Road Safety
Forfatter:	Alena Katharina Høye, Tor-Olav Nævestad, Rune Elvik
Dato:	05.2023
TØI-rapport:	1961/2023
Antall sider:	66
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2021-9
Finansieringskilder:	Statens vegvesen
TØIs p.nr.:	5218 – Vinterdrift og trafikksikkerhet
Prosjektleder:	Alena Katharina Høye
Kvalitetsansvarlig:	Askill Harkjerr Halse
Fagfelt:	Sikkerhet og resiliens
Emneord:	Vinterdrift, ulykker, UAG, friksjon, vegsalt, brøyting, nytte-kostnadsanalyse

Kort sammendrag

Rapporten skal gi et kunnskapsgrunnlag for tiltaks- og politikktutforming mht. vinterdrift. Den består av tre deler:

- (1) Temaanalyse, basert på dødsulykker 2017-2020, hvorav 39 ulykker med snø/is som medvirkende faktor: Slike ulykker er typisk møteulykker, de skjer ofte i kurver og det er ofte et tungt kjøretøy involvert. Typiske medvirkende faktorer er dårlige dekk, høy fart etter forholdene (men ikke over fartsgrensen) og manglende kunnskap/erfaring. Rus og helseproblemer er i liten grad involvert.
- (2) Vinterdriftklassenes betydning, basert på ni dødsulykker med snø/is som medvirkende faktor hvor kravene til vinterdriften var oppfylt: Sentrale faktorer er tidsfrister for driftsinnsats, samt valg av hensiktsmessige driftsmetoder.
- (3) Kunnskapsbehov for optimale vinterdriftsklasser, basert på teoretiske vurderinger fra et samfunnsøkonomisk perspektiv: Det bør forskes mer på sammenhenger mellom vinterdrift, ulykker og fremkommelighet på norske veier.

Summary

This report aims to provide a basis for winter maintenance policy. It consists of three parts: (1) Analysis of fatal crashes in Norway, 2017-2020 with main focus on 39 crashes with snow/ice as contributing factors: Such crashes are typically head-on collisions on rural two-lane roads, often in curves, and they often involve heavy vehicles. Typical contributing factors are related to tires, inappropriate speed (but not above the speed limit), and lack of experience. Driving under the influence and health problems are seldom in such crashes.

(2) Significance of winter maintenance standards: The most critical factors in snow-/ice-related crashes are cycle times and appropriate choice of methods.

(3) Knowledge requirements for developing optimal winter maintenance standards from a socioeconomic perspective: More research is needed about the relationships between winter maintenance, crashes, and speed on Norwegian roads.

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [Åndsverklovens](#) bestemmelser.



Forord

Rapporten er skrevet på oppdrag av Statens vegvesen for å gi et kunnskapsgrunnlag for tiltaks- og politikktutforming med hensyn til vinterdrift. Den har tre formål og består av tre deler:

- (1) Temaanalyse av vinterulykker: Beskrive forekomst og kjennetegn ved dødsulykker som skjer om vinteren hvor snø og is på vegen har vært medvirkende faktor i ulykken
- (2) Vinterdriftsklassenes betydning: Undersøke for vinterulykker hvor kravene i den gjeldende vinterdriftsklassen var oppfylt, hvilke elementer ved vinterdriften som er av betydning og hvordan de påvirker trafikksikkerheten, samt i hvilken grad endring i den faktiske og teoretiske standarden ville påvirket ulykken
- (3) Kunnskapsbehov for optimale vinterdriftsklasser: Vurdere kunnskapsbehovet for utviklingen av optimale vinterdriftsklasser.

På TØI har Alena Katarina Høye vært prosjektleder; hun har også skrevet mesteparten av rapporten. Rune Elvik har beskrevet det samfunnsøkonomiske perspektivet for vurdering av optimale vinterdriftsklasser. Tor-Olav Nævestad har vært ansvarlig for gjennomføringen av intervjuer og han har bidratt til kapitlene om vinterdriftsklassenes betydning og kunnskapsbehov. Askill Harkjerr Halse har vært ansvarlig for den interne kvalitetssikringen.

Kontaktpersoner hos Statens vegvesen har vært Mona Tveraaen, Bård Nonstad, Arild Ragnøy og Svein Ringen. Bård Nonstad har også bidratt til gjennomgangen av ulykkene i kapitlet om Vinterdriftsklassenes betydning.

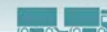
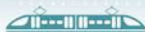
Vi vil takke alle som har deltatt i intervjuene. Det er eksperter fra norske myndigheter, en ekspert fra finske myndigheter og tre eksperter fra Norges Lastebileier-Forbund, som blant annet leder bedrifter som utfører vinterdrift.

Trude Kvalsvik har tilrettelagt rapporten for elektronisk publisering.

Oslo, mai 2023
Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Trine Dale
Avdelingsleder



Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn og formål.....	1
1.2	Definisjoner.....	1
2	Temaanalyse vinterdrift	3
2.1	Utvalgsriterier: Årstid og snø/is	3
2.2	Ulykkene	4
2.3	Fører av utløsende enhet.....	8
2.4	Veg	11
2.5	Kjøretøy.....	17
2.6	Oppsummering: Hva er en typisk vinterulykke?.....	20
3	Vinterdriftsklassenes betydning.....	22
3.1	Utvalg av ulykker for videre analyse	23
3.2	Betydning av vinterdrift	25
3.3	Potensielle virkninger av endret faktisk og teoretisk standard	26
3.4	Oppsummering: Hvordan påvirker vinterdrift og vinterdriftsklassene trafiksikkerheten?	36
4	Optimale vinterdriftsklasser	40
4.1	Metode.....	40
4.2	Hva er optimale vinterdriftsklasser?.....	40
4.3	Kunnskapsbehov	46
4.4	Samfunnsmessige og andre forhold	54
5	Oppsummering og diskusjon.....	60
5.1	Temaanalyse vinterdrift: Hva er en typisk vinterulykke?	60
5.2	Vinterdriftsklassenes betydning	60
5.3	Optimale vinterdriftsklasser: Behov for kunnskap og videre forskning	62
	Referanser	65

Vinterdrift og Trafikksikkerhet

TØI rapport 1961/2023 • Forfattere: Alena Katharina Høye, Tor-Olav Nævestad, Rune Elvik • Oslo 2023 • 66 sider

Rapporten skal gi et kunnskapsgrunnlag for tiltaks- og politikktutforming med hensyn til vinterdrift. Den består av tre deler.

- Temaanalyse vinterdrift, basert på dødsulykker 2017-2020, hvorav 39 ulykker med snø/is som medvirkende faktor: Slike ulykker er typisk møteulykker, de skjer ofte i kurver og det er ofte et tungt kjøretøy involvert. Typiske medvirkende faktorer er dårlige dekk, høy fart etter forholdene (men ikke over fartsgrensen) og manglende kunnskap/erfaring. Rus og helseproblemer er i liten grad involvert.
- Vinterdriftklassenes betydning, basert på ni dødsulykker med snø/is som medvirkende faktor hvor kravene til vinterdriften var oppfylt: Sentrale faktoren er tidsfrister for driftsinnsats, samt valg av hensiktsmessige driftsmetoder.
- Kunnskapsbehov for optimale vinterdriftsklasser, basert på teoretiske vurderinger fra et samfunnsøkonomisk perspektiv: Det bør forskes mer på sammenhenger mellom vinterdrift, ulykker og fremkommelighet på norske veger.

Temaanalyse vinterdrift: Hva er en typisk vinterulykke?

I temaanalysen har vi undersøkt typiske faktorer ved dødsulykker om vinteren og sammenlignet disse med andre dødsulykker for å kunne beskrive en «typisk vinterulykke». Analysen er basert på dybdestudier av 391 dødsulykker som skjedde i Norge i 2017 til 2020, som er gjort av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG). I 39 av disse ulykkene er snø/is på vegen vurdert som medvirkende faktor.

Typiske trekk i ulykker som skjer om vinteren og hvor snø/is på vegen har vært medvirkende faktorer i ulykken, er:

- Møteulykke
- Mørke uten vegbelysning og med dårlige siktforhold
- Tofeltsveg i spredtbygd strøk med fartsgrense 80 km/t med siderekkeverk og uten midtrekkverk
- Vanskelig kurve eller kurve med uheldig tverrfall
- Ingen fotgjenger eller tohjuling innblandet
- Tunge kjøretøy, især i møteulykker i kurver



- Utløsende enhet er en person-, vare- eller tungbil (ikke tohjuling eller fotgjenger) og har ofte dårlige dekk
- Fører av utløsende enhet en mann og/eller ung, han mangler gjerne kunnskap og erfaring, og er som regel verken beruset eller påvirket av helseproblemer
- Utløsende enhet har høy fart etter forholdene, men kjører ikke godt over fartsgrensen.

Noen av disse faktorene forekommer oftere i forbindelse med snø/is. Dette er vanskelige lys- og værforhold, tofeltsveger i spredtbygd strøk med fartsgrense 80 km/t, tunge kjøretøy og person-/varebiler. Derimot er det på snø/is ingen eller svært få fotgjengere og tohjulinger, samt førere som er beruset, har helseproblemer eller som kjører godt over fartsgrensen.

Andre faktorer kan knyttes til økt risiko på snø/is. Dette er møteulykker, kurver som er vanskelige eller har uheldig tverrfall, feil på hjul/dekk, samt høy fart etter forholdene og manglende kunnskap og erfaring.

Vinterdriftsklassenes betydning

I analysene av vinterdriftsklassenes betydning var det to hovedspørsmål:

- Hvilke elementer ved vinterdriften er av betydning og hvordan påvirker de trafikk-sikkerheten?
- I hvilken grad vil endringer i den faktiske og teoretiske standarden påvirke ulykkene?

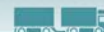
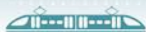
Den faktiske standarden er de konkrete aktuelle føreforholdene. Den teoretiske standarden er minstestandarden som er beskrevet i vinterdriftsklassene. Denne omfatter både føreforhold og friksjon, samt krav til vinterdriften som sykklustider og metodevalg.

Analysene er basert på en gjennomgang av ni dødsulykker som er undersøkt i dybdestudier av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper. Analysene er kun basert på ulykker hvor kravene i den aktuelle vinterdriftsklassen er oppfylt, og hvor verken rus eller annen klart ulovlig og risikabel atferd var medvirkende. Hvorvidt kravene er oppfylt, er vurdert ut fra informasjon i UAG-rapportene, samt analyser av vær- og driftsdata der dette var tilgjengelig.

Syklustider: Hyppigere innsats, og følgelig kortere sykklustider, kunne i syv av ni ulykker potensielt ha bidratt til bedre føreforhold. Selv om virkningen i enkelttilfeller alltid vil være usikker, vil kortere sykklustider, og dermed hyppigere innsats, føre til at de vanskeligste forholdene vil ha kortere varighet og at forholdene i gjennomsnitt vil være bedre enn med lengre sykklustider. Kortere sykklustider hadde imidlertid i de fleste tilfellene måttet være så korte at de hadde vært vanskelige eller umulige og ekstremt dyre å praktisere.

Driftsmetoder: I de fleste ulykkene er det vurdert at endret bruk av driftsmetodene teoretisk kunne ha forbedret forholdene.

- **Salt – tilpasning til aktuelle forhold:** Salt kan brukes til ulike formål i vinterdriften og virkningene av salt er i stor grad avhengig av aktuelle lokale forhold og derfor meget vanskelige å vurdere.
- **Salting i snøvær:** Som regel er salting i snøvær ikke tillatt i vinterdriftsklasse C, D og E, men i tre av ulykkene i gjennomgangen er det mulig at salting kunne ha forbedret forholdene, til tross for snøvær.
- **Brøyting, høvling mv.:** Økt innsats i form av brøyting eller høvling kunne muligens ha forbedret forholdene i fem av ulykkene i gjennomgangen. Dette er imidlertid meget usikkert og som ved salting er den kritiske faktoren at tiltaket er tilpasset til aktuelle lokale forhold.



- **Fastsand:** Fastsand er sand som befuktes med varmt vann ved utstrøing, slik at sanden smelter seg ned i isen før den fryser fast, noe som kan gi en betydelig forbedring av friksjonen. I tre av ulykkene i gjennomgangen kunne fastsand muligens ha forbedret føreforholdene.

Vurderingene av driftsmetodene er rent teoretiske og basert på den, ikke alltid fullstendige, informasjonen som vi hadde tilgjengelig. De kan ikke tolkes slik at det ved konkrete ulykker er begått regelbrudd eller at noen av ulykkene kunne ha vært forhindre hvis vinterdriften hadde vært utført på en annen måte.

Værinformasjon: Spesielt for saltbruken er det en grunnleggende forutsetning at den tilpasses aktuelle forhold, noe som forutsetter korrekt værinformasjon. Værinformasjon kan ha vært kritisk i minst tre av ulykkene hvor detaljert og korrekt informasjon muligens og rent teoretisk kunne ha bidratt til en bedre tilpassing av vinterdriften til aktuelle forhold.

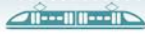
Utsatte strekninger og alternative tiltak: På fire av ulykkesstedene var det spesielle lokale forhold som bidro til at vegen på disse stedene ofte var langt glattere enn på vegen for øvrig. Strengere krav på slike steder kan prinsipielt være rettet mot alle faktorene som er diskutert i avsnittene over. Alternativt kan man sette inn andre tiltak som vinterfartsgrense eller variable skilt med nedsatt fartsgrense og / eller varsling av vanskelige kjøreforhold.

Optimale vinterdriftsklasser: Behov for kunnskap og videre forskning

Formålet med denne delen av rapporten var å vurdere behovet for kunnskap og videre forskning for å utvikle optimale vinterdriftsklasser. Ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv kan man definere optimale vinterdriftsklasser slik at man får størst mulig nytte i forhold til kostnadene. Kostnadene omfatter i hovedsak kostnader for driftsinnsats (omfang og type) og for beredskapen. Positive nyttekomponenter er i hovedsak trafiksikkerhet (færre ulykker) og fremkommelighet (reduert reisetid og driftskostnader for kjøretøy, mobilitet generelt om vinteren). I tillegg kan vinterdrift ha utilsiktede virkninger, i hovedsak skadevirkninger av salt (miljøeffekter, korrosjon på kjøretøy og infrastruktur, vegslitasje) og utslipp fra driftskjøretøy. Relevante bakgrunnsfaktorer som kan påvirke både kostnader, nytten og sammenhengene dem imellom, er i hovedsak geografiske, vær-, veg- og trafikkforhold. Slike forhold kan endre seg over tid og dermed også endre sammenhengene mellom de enkelte faktorene som inngår i en nyttekostnadsanalyse.

For å vurdere forholdet mellom kostnader og nytte, trenger man kunnskap om de enkelte elementene som inngår i nyttekostnadsanalysen, hvordan de henger sammen og hvordan bakgrunnsfaktorene påvirker dem. Det kan også være relevant å ta hensyn til forventede framtidige endringer av relevante samfunnsmessige faktorer.

For å vurdere det konkrete kunnskapsbehovet, må man først beskrive hvordan nyttekostnadsanalysen skal gjennomføres. Generelt sett kan man gjøre nyttekostnadsanalyser av vinterdrift på ulike nivåer: For enkelte vegstrekninger eller mindre områder, for alle veger i hele landet innenfor samme vinterdriftsklasse, eller for alle veger i alle vinterdriftsklasser. For å vurdere optimale vinterdriftsklasser, vil det tredje alternativet være det mest relevante. Dvs. at man deler vegnettet inn i vinterdriftsklasser, og beregner alle kostnads- og nyttekomponentene for alle vegene innenfor hver klasse. Dette forutsetter kunnskap om sammenhenger mellom kostnader og nytte på et relativt overordnet nivå, dvs. at man for eksempel trenger informasjon om samlede kostnader for driftskjøretøy, ikke kostnadene for ett konkret kjøretøy, eller om gjennomsnittlige samlede miljøeffekter per tonn salt, ikke om miljøeffekten av en gitt saltmengde på en konkret vegstrekning.



Vi oppsummerer her i generelle trekk hvilken kunnskap som vil være relevant i en slik nytte-kostnadsanalyse.

Kostnader: Man trenger informasjon om hvordan krav i vinterdriftsklassene vil påvirke kostnadene for vinterdriften på de vegene hvor de vil være gjeldene. Dette omfatter kostnader for både gjennomføring av tiltak og beredskap.

Ideelt sett vil dette være basert på konkrete erfaringsverdier, men må trolig suppleres med teoretiske beregninger, samt faglige og skjønnsmessige vurderinger. Kostnadene vil i stor grad avhenge av kravene i vinterdriftsklassene til godkjente føreforhold, syklostider og metodebruk. En vesentlig faktor som påvirker kostnadene, er værforholdene. For å vurdere dette er det i en rekke studier utviklet vinterindekser som beskriver værforhold med indikatorer som er direkte relevante for konkrete vinterdriftstiltak.

Kostnader vil også oppstå for bl.a. vær- og veginformasjon og administrasjon. Slike kostnader vil i mindre grad avhenge av de konkrete kravene i vinterdriftsklassene, men især kostnadene for vær- og veginformasjon kan tenkes å være høyere for strengere krav, for eksempel ved at man er avhengig av presise værvarslinger for å kunne overholde korte tidsfrister under skiftende forhold.

Virkninger av vinterdriftstiltak på ulykker og fremkommelighet: For å kunne gjøre nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser, må man ha informasjon om hvordan spesifikke krav i vinterdriftsklassen (for eksempel en syklostid for strøing på 1,5 istedenfor 2,0 timer) vil påvirke bl.a. fart og antall ulykker på alle vegene hvor denne driftsklassen skal gjelde. Dersom det er vanskelig å få fram slik informasjon med kontrollerte empiriske studier, kan man estimere sammenhengene ved hjelp av sammenhenger mellom:

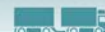
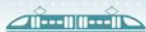
- Kravene til vinterdrift og utført vinterdrift
- Utført vinterdriften og føreforholdene
- Føreforhold, ulykker, fremkommelighet (fart) og mobilitet
- Utført vinterdrift og øvrige nyttekomponenter (skadevirkninger av salt mv.).

Det finnes en rekke empiriske studier som har undersøkt slike sammenhenger, men de fleste av dem er utført i andre land og resultatene kan ikke uten videre overføres til Norge. Det vil derfor være en fordel å undersøke sammenhengene på norske vegger under norske forhold.

Andre virkninger av vinterdriftstiltak: Også om andre virkninger av vinterdriftstiltak trenger man informasjon og også den vil ideelt sett være basert på norske studier. Dette gjelder i hovedsak virkninger av salt som i stor grad avhenger av lokale forhold som geografi og nærhet til vann (miljøeffekter), samt infrastruktur som kan være påvirket av vegsalt (korrosjonsskader og vedlikehold av vegdekker).

Samfunnsmessige og andre forhold: Det finnes en rekke samfunnsmessige og andre forhold som påvirker både behovet, og dermed kostnadene, for vinterdrift og hvordan vinterdriften vil påvirke de ulike nyttekomponentene. Dette er i hovedsak følgende forhold:

- **Sammensetningen av kjøretøyparken** med hensyn til bilenes alder og/eller utbredelsen av kjøretøy med dekk med ulike egenskaper. Dekkene har stor betydning for ulykkesrisikoen på vinterføre, og det vil være behov for å tallfeste både hvordan fordelingen av dekk med ulike egenskaper endrer seg over tid og hvordan dette henger sammen med både ulykker og fremkommelighet.
- **Utbredelsen av førerstøttesystemer som kan redusere risikoen på vinterføre:** Dette gjelder i hovedsak systemer som kan varsle om vanskelige kjøreforhold. I en nytte-kostnadsanalyse vil det derfor være relevant å ha kunnskap om når slike systemer blir introdusert i større omfang, hvor utbredelsen vil øke, og hvordan de vil påvirke effekten av vinterdrift.



- **Andelen tunge kjøretøy:** Dette har betydning da tunge og lette kjøretøy påvirkes ulikt av vinterdrift. Den mest relevante informasjonen som man trenger i nyttekostnadsanalyser, er andelen tunge kjøretøy på ulike typer veg og utviklingen av denne over tid, samt hvordan ulike typer vinterføre påvirker ulykkesrisikoen og gjennomsnittsfarten blant lette og tunge kjøretøy. Dette omfatter også indirekte virkninger som fremkommelighetsproblemer etter havarier eller utforkjøringer med tunge kjøretøy.
- **Vegtyper:** Man vil ha behov for informasjon om forskjeller mellom ulike vegtyper med hensyn til gjennomsnittlig trafikkmengde, gjennomsnittsfart, andelen tunge kjøretøy og ulykkesrisikoen. Slike faktorer danner grunnlaget for å beregne hvordan endringer i vinterdriften vil påvirke antall ulykker, fremkommelighet og andre nytteeffekter.
- **Vær:** Værforholdene påvirker i stor grad behov for vinterdriften og hvordan ulike metoder påvirker føreforholdene og dermed ulykker og fart. Det er især forekomsten av vanskelige forhold med temperaturer rundt null og nedbør, samt skiftende forhold, som påvirker vinterdriften. Dersom forekomsten av slike forhold endrer seg vesentlig innenfor tidsrammen for en nyttekostnadsanalyse, vil dette kunne påvirke resultatene.

Alternative og supplerende tiltak: Vinterdriftstiltak kan suppleres med andre tiltak som for eksempel nedsatt fartsgrenser eller variable skilt som styres etter lokal vær- og føreinformasjon. Slike tiltak kan bidra til å redusere ulykkesrisikoen og dermed være relevante fra et nullvisjonsperspektiv. Dette kan være spesielt relevant på steder hvor det er vanskelig eller umulig med vinterdriftstiltak å forhindre tidvis ekstremt dårlige forhold.

Winter Maintenance and Road Safety

TØI Report 1961/2023 • Authors: Alena Katharina Høye, Tor-Olav Nævestad, Rune Elvik • Oslo 2023 • 66 pages

This report aims to provide a basis for winter maintenance policy. It consists of three parts:

(1) Analysis of fatal crashes in Norway, 2017-2020 with main focus on 39 crashes with snow/ice as contributing factors: Such crashes are typically head-on collisions on rural two-lane roads, often in curves, and they often involve heavy vehicles. Typical contributing factors are related to tires, inappropriate speed (but not above the speed limit), and lack of experience. Driving under the influence of alcohol and health problems are seldom in such crashes.

(2) Significance of winter maintenance standards: An analysis of nine fatal crashes where snow/ice has been a contributing factor although standard requirements to winter maintenance were met, show that the most critical factors in snow-/ice-related crashes are cycle times and appropriate choice of methods.

(3) Knowledge requirements for developing optimal winter maintenance standards from a socioeconomic perspective: More research is needed about the relationships between winter maintenance, crashes, and speed on Norwegian roads.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

På bakgrunn av nullvisjonen om ingen drepte eller hardt skadde i vegtrafikken, belyser denne rapporten forhold om vinteren som bidrar til alvorlige ulykker og hvordan krav til vinterdriften kan bidra til å forbedre trafikksikkerheten om vinteren.

Ifølge nullvisjonen har trafikantene et ansvar for sitt eget atferd og at de unngår bevisste regelbrudd. Myndighetene har derimot et ansvar for at vegsystemet tilrettelegger for mest mulig sikker atferd og beskytter mot alvorlige konsekvenser av alvorlige feilhandlinger: (Meld. St. 20 (2020-2021), sitert etter Hesjevoll et al., 2022). Om vinteren kan vanskelige kjøreforhold med snø og is på vegene bidra til alvorlige ulykker. Vinterdriften skal sikre både god fremkommelighet og trafikksikkerhet på vegene. Denne rapporten skal derfor gi et kunnskapsgrunnlag for tiltak- og politikkutforming med hensyn til til vinterdrift. Rapporten har tre hovedformål og består av tre deler:

Temaanalyse av vinterulykker: Beskrive forekomst og kjennetegn ved dødsulykker som skjer om vinteren hvor snø og is på vegen har vært en medvirkende faktor i ulykken (kapittel 2).

Vinterdriftsklassenes betydning: Undersøke for vinterulykker hvor kravene i den gjeldende vinterdriftsklassen var oppfylt, hvilke elementer ved vinterdriften som er av betydning og hvordan de påvirker trafikksikkerheten, samt i hvilken grad endring i den faktiske og teoretiske standarden ville påvirket ulykken (kapittel 3).

Kunnskapsbehov for optimale vinterdriftsklasser: Vurdere kunnskapsbehovet for å kunne si noe om optimale vinterdriftsklasser (kapittel 4).

1.2 Definisjoner

Ulykker: Med ulykker mener vi i denne rapporten «dødsulykker», med mindre noe annet er eksplisitt nevnt.

UAG: Statens vegvesens ulykkesanalysegruppe.

Medvirkende faktor: Faktor som kan ha medvirket til at ulykken skjedde (ulykkesfaktor) eller til at utfallet ble en dødsulykke (istedenfor en lavere skadegrad; skadefaktor). De medvirkende faktorene er beskrevet og identifisert i de enkelte ulykkene av UAG. Strengt tatt er «medvirkende faktorer» faktorer som KAN ha medvirket, i den forstand at faktoren har vært tilstede og hvor tilgjengelig informasjon om ulykken er konsistent med hypotesen om at faktoren har bidratt eller at ulykken uten denne faktoren potensielt kunne ha vært unngått. For enkelhetens skyld snakker vi her likevel om «medvirkende faktorer», eller «faktorer som har medvirket....».

Utløsende enhet: Utløsende enhet er den som var involvert i den første hendelsen som bidro til at ulykken kunne skje, uavhengig av om dette medførte juridisk ansvar eller ikke.

Ulykkesfaktor: Faktor som medvirket til at ulykken skjedde (se «Medvirkende faktor»).

Skadefaktor: Faktor som medvirket til at ulykken ble en dødsulykke (se «Medvirkende faktor»).

Sommerulykker/ulykker om sommeren: Ulykker som skjer i april til september.

Syklustid: Tidsbruk mellom hver gang hele brøyte-/strøarealet er bearbeidet med brøyting eller strøing. Syklustid beregnes uten forsinkelser som skyldes trafikk eller hendelser (R610, Statens vegvesen, 2012).

Vinterulykker/ulykker om vinteren: Ulykker som skjer i månedene oktober til mars og ulykker om sommeren hvor snø/is har vært medvirkende faktor. Vi skiller mellom ulike typer ulykker vinterulykker:

- **Ikke snø eller is på vegen:** Her var det ikke snø/is på vegen og snø/is var følgelig heller ikke medvirkende faktor.
- **Snø/is på vegen, ikke medvirkende faktor:** Ulykker hvor det har vært snø/is på vegen uten at dette har vært medvirkende faktor i ulykken; det omfatter kategoriene «Snø/is» og «Delvis snø/is» i UAG-databasen.
- **Snø/is som medvirkende faktor:** Her var det snø/is på vegen og dette er vurdert som medvirkende faktor i ulykken (ulykkesfaktor).

Vinterdriftsklasser: Statens vegvesens håndbok R610 (2012) beskriver fem vinterdriftsklasser (fra DkA til DkE) som definerer krav til føreforhold og friksjon, tidsfrister for innsats og gjenoppbygging av føreforhold i og etter værhendelser, driftsmetoder og driftskontrakter.

2 Temaanalyse vinterdrift

I temaanalysen har vi undersøkt hva som er typiske faktorer ved dødsulykker om vinteren og vi har sammenlignet dødsulykker om vinteren med andre dødsulykker for å kunne beskrive en «typisk vinterulykke».

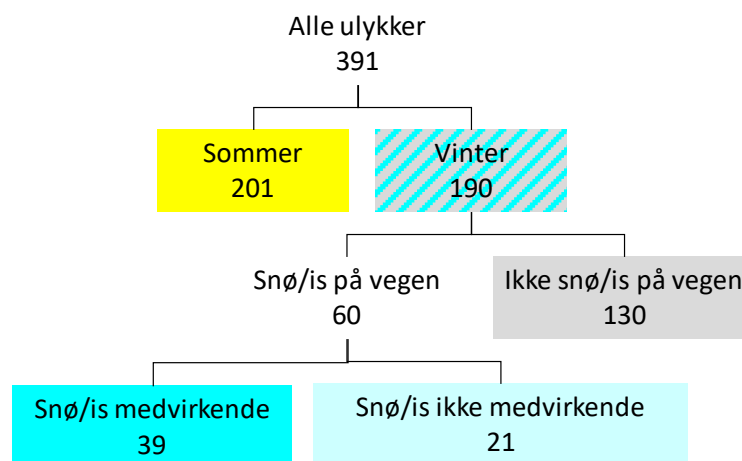
Vi har sammenlignet forekomsten av de fleste faktorene som er registrert i UAG-databasen mellom ulykker om sommeren og ulykker om vinteren. Vi har også sammenlignet tre grupper av ulykker om vinteren:

- Ulykker på bar veg (ikke snø/is på vegen)
- Ulykker på snø/is, men uten at snø/is er vurdert som medvirkende faktor i ulykken
- Ulykker på snø/is, hvor snø/is ifølge UAG var en medvirkende faktor i ulykken.

Temaanalysen legger mest vekt på forskjeller mellom ulykker om vinteren med og uten snø/is på vegen. Ulykkene med snø/is som medvirkende faktor vil være grunnlaget for analysene i kapittel 3 om drifts-kontraktens betydning.

2.1 Utvalgsriterier: Årstid og snø/is

Figur 2.1 viser antall ulykker i de ulike gruppene som vi har sammenlignet i temaanalysen¹. De fargede boksene er kategoriene som er sammenlignet i temaanalysen.



Figur 2.1: Antall ulykker (2017-2020) om vinteren og sommeren, med og uten snø/is på vegen og med/uten snø/is som medvirkende faktor; fargene viser de fire ikke-overlappende gruppene som er sammenlignet i temaanalysen.

Totalt sett er det nesten like mange ulykker om vinteren som om sommeren.

¹ Tre av ulykkene «Om vinteren» med «Snø/is medvirkende» skjedde i april; de er likevel klassifisert som «Om vinteren» da de skjedde under vinterforhold hvor vegene var dekket av snø/is, samt at snø/is er medvirkende faktor. Videre er det tre ulykker hvor snø og is er kodet som medvirkende faktor, men uten at ulykken er kodet med snø og is på vegen. Her er kodingen endret slik at det var snø og is på vegen.

Blant ulykkene om sommeren er det 64 ulykker hvor en motorsykkel eller moped var innblandet, mens dette kun gjelder åtte ulykker om vinteren. Uten ulykker med motorsykkel/moped er det følgelig 137 ulykker om sommeren og 182 ulykker om vinteren. Motorsykkelulykkene vil dermed kunne påvirke sammenligningen mellom ulykker om sommeren og om vinteren, men de vil ikke ha noen stor effekt på analyser av ulykkene om vinteren med og uten snø/is.

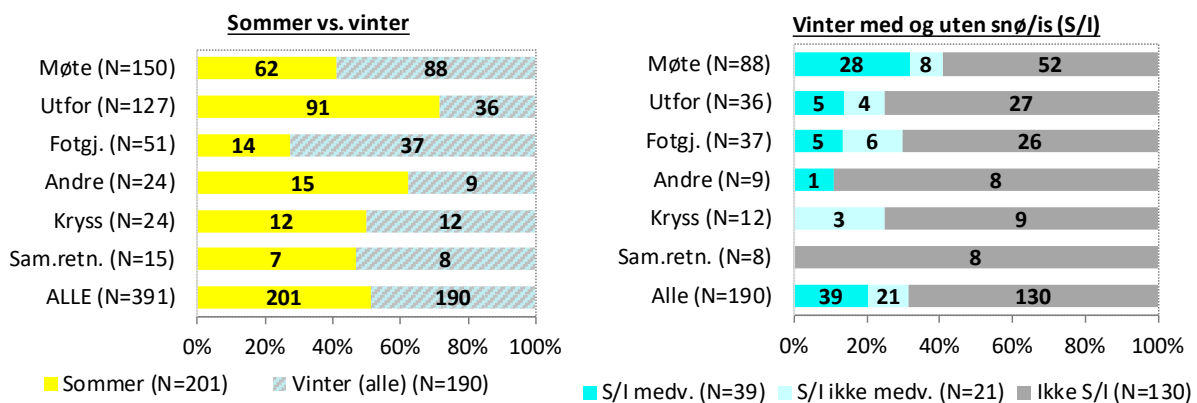
2.2 Ulykkene

2.2.1 Ulykkestyper

De mest vanlige ulykkestypene om vinteren er **møte- og fotgjengerulykker**. På snø/is er **møteulykker** den mest vanlige ulykkestypen.

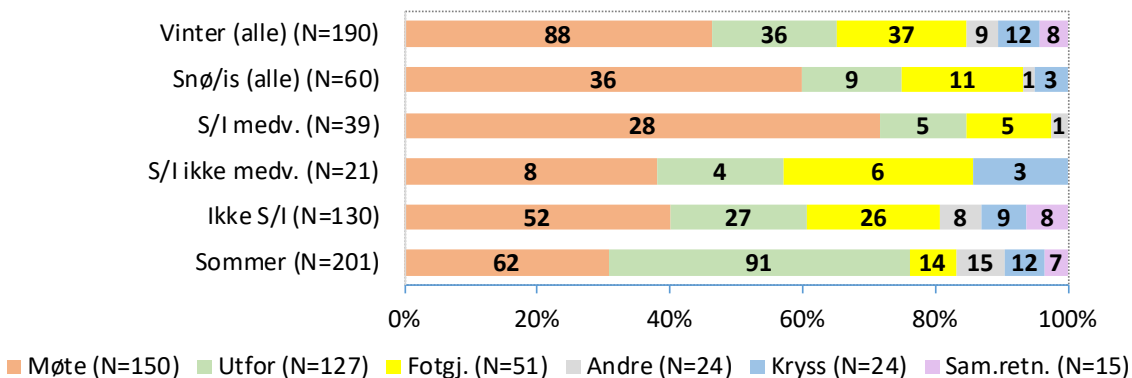
Figur 2.2 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og om vinteren i diagrammet til venstre, og fordelingen av ulykkene om vinteren med og uten snø/is på vegen for ulike ulykkestyper i diagrammet til høyre.

Figuroppsettet er det samme som i de aller fleste øvrige figurene i dette kapitlet. Fargene på stolpene tilsvarer fargene i figur 2.1.



Figur 2.2: Ulykkestyper om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Figur 2.3 viser resultater som er basert på de samme dataene som figur 2.2, men her vises fordelingen av ulykkestypene innenfor hver gruppe av ulykker (vinter og sommer med og uten snø/is). Ulykkestypene er gjensidig utelukkende, dvs. at hver ulykke tilhører én kategori.



Figur 2.3: Fordelingen av ulykkestypene om sommeren og vinteren med og uten snø/is (S/I).

Vinter vs. sommer: Om vinteren er det flere **møte- og fotgjengerulykker** enn om sommeren, og det er langt færre utforkjøringer.

Andelen utforkjøringsulykker av alle ulykkene er 45 prosent om sommeren og 19 prosent om vinteren. Mange av utforkjøringene om sommeren involverer en motorsykel eller moped. Andelen utforkjøringsulykker går derfor ned når man utelater motorsykel og moped fra analysene, men den er fortsatt høyere enn om vinteren. Uten motorsykel- og mopedulykker er andelen utforkjøringsulykker på henholdsvis 38 og 18 prosent om sommeren og vinteren.

At utforkjøringsulykker skjer mest om sommeren, kan delvis forklares med at det om sommeren er langt flere som har høy fart eller som er beruset, samt at det er langt flere motorsyklister om sommeren. Både høy fart, rus og motorsykel er vanlige faktorer i utforkjøringsulykker. Hadde man unntatt motorsykelulykkene fra analysen, hadde forskjellen i fordelingen av ulykkestypene mellom sommer og vinter trolig vært mindre.

Vinter: Møteulykker er den mest vanlige ulykkestypen på snø/is; bland de 39 ulykkene med snø/is som medvirkende faktor var det 28 møteulykker. Møteulykker har også i langt større grad snø/is som medvirkende faktor enn andre ulykkestyper. Det betyr at snø/is har større betydning for møteulykker enn for andre ulykkestyper. Dette kan forklares med at møteulykker ofte skjer fordi en av bilene får skrens, og dette skjer gjerne når friksjonsforholdene er dårlige, som for eksempel på snø/is.

Blant de 28 møteulykkene hvor snø/is var medvirkende faktor, er det en stor andel hvor et **tungt kjøretøy** var innblandet (19 ulykker eller 68% av møteulykkene).

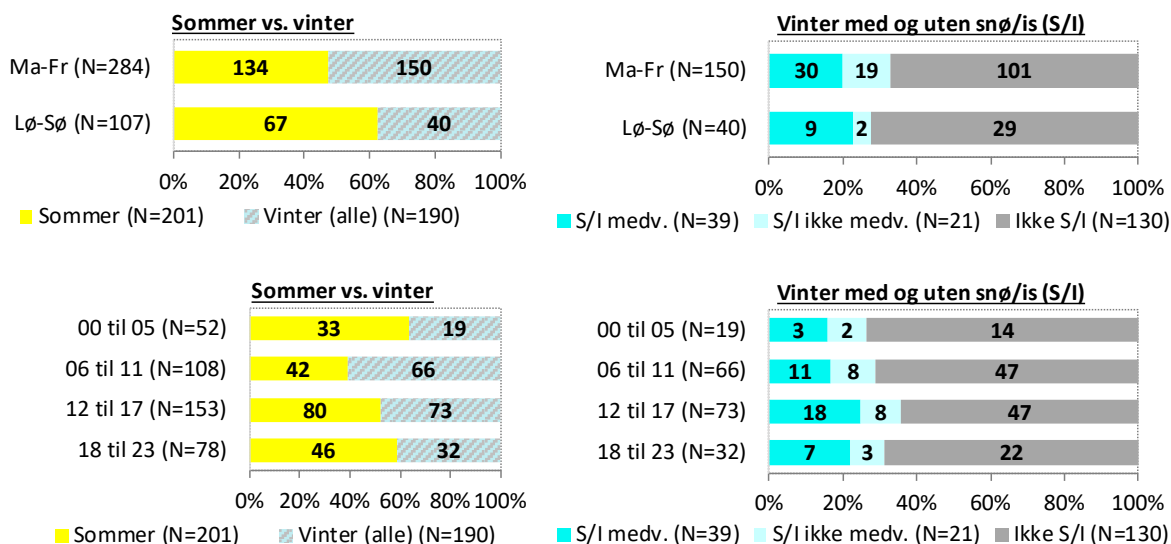
Utforkjøringer om vinteren skjer i hovedsak når det *ikke* er snø/is på vegen. De skjer ofte som følge av skrens, men også som følge av veldig høy fart. Veldig høy fart er ikke typisk om vinteren og enda mindre typisk på snø/is. I tillegg kan snø og brøytekanter i vegkanten redusere skadegraden i en del situasjoner som ellers kunne ha ført til en alvorlig utforkjøring. Snø i vegkanten og brøytekanter kan, ved en begynnende utforkjøring, teoretisk også lede bilen tilbake på vegen slik at ulykken unngås eller at det blir en møteulykke. Hvor ofte dette skjer, vet vi ikke.

Fotgjengerulykker om vinteren skjer omtrent like ofte på snø/is som andre ulykker, men her er antallene for små til å trekke konklusjoner.

2.2.2 Ulykkestid

Ulykker om vinteren skjer i mindre grad enn om sommeren i helgene. Snø/is om vinteren har praktisk talt ingen sammenheng med når i uken eller på døgnet ulykkene skjer.

Figur 2.4 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og om vinteren og fordelingen av ulykkene om vinteren med og uten snø/is for ulike ukedager og tider på døgnet.



Figur 2.4: Ukedag (øverst) og tid på døgnet (nederst) om sommeren vs. vinteren (venstre) og om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: I forhold til ulykker om sommeren, skjer ulykker om vinteren:

- Ofte på ukedager og i mindre grad i helgene: 33 prosent av ulykkene om vinteren skjedde på en lørdag eller søndag, mot 21 prosent om sommeren.
- Ofte om formiddagen og i mindre grad om natten.

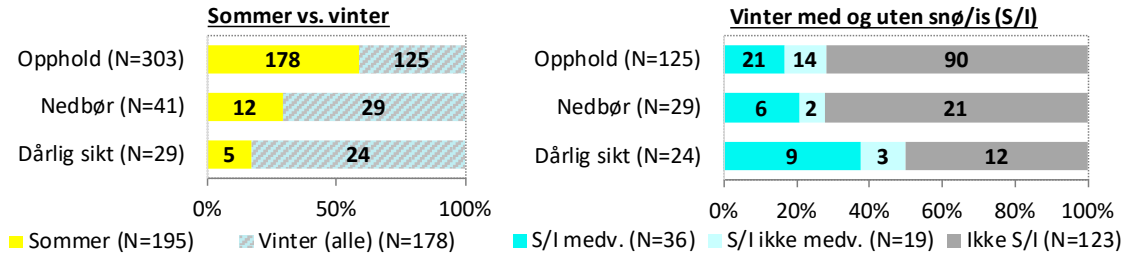
At ulykkene om vinteren, i mindre grad enn om sommeren, skjer i helgene, kan ha sammenheng med at det er færre rene fritidsreiser som gjøres om vinteren. Andelen av ulykkene som skjer i helger, er 33 prosent om sommeren og 21 prosent om vinteren. Denne fordelingen er imidlertid uendret når man utelater motorsykler og mopeder. At det er færre som kjører motorsykel/moped om vinteren, bidrar med andre ord ikke til forskjellene.

Vinter: Hvorvidt ulykker om vinteren skjer på snø/is, har praktisk talt **ingen sammenheng** med ulykkes-tidspunkt i løpet av uken eller i løpet av døgnet. Det betyr at det er ingen typiske tidspunkter for ulykker på snø/is.

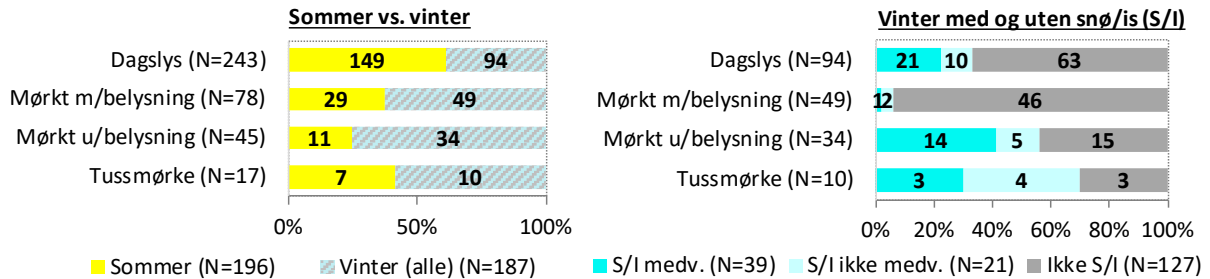
2.2.3 Vær- og lysforhold

Ulykker om vinteren skjer oftere i **nedbør, dårlig sikt** og i **mørke** enn om sommeren. Blant ulykkene på snø/is om vinteren, skjer omtrent halvparten i **dagslys**. Blant dem som skjer i mørke, skjer de aller fleste på **ubelyst veg**, trolig da det på slike vegger oftere er vanskelige føreforhold.

De følgende to figurene viser fordelingen av ulykkene om sommeren og om vinteren og om vinteren med og uten snø/is for ulike vær- og lysforhold. De tre værtypene i figur 2.5 (opphold, nedbør og dårlig sikt) er gjensidig utelukkende, dvs. at det for hver ulykke er registrert én av disse forholdene. Også de fire lysforholdene i figur 2.6 er gjensidig utelukkende.

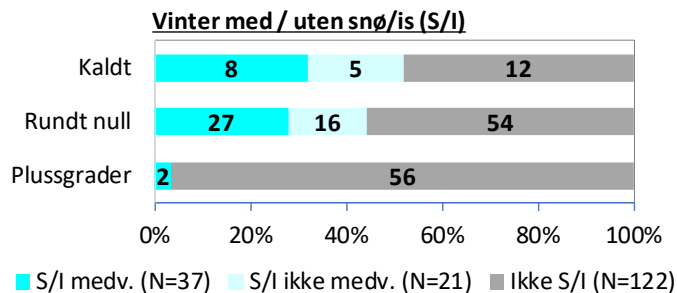


Figur 2.5: Værforhold om sommeren vs. vinteren (venstre) og om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).



Figur 2.6: Lysforhold om sommeren vs. vinteren (venstre) og om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

For ulykker om vinteren viser figur 2.7 i tillegg temperatuene i ulykkene om vinteren med og uten snø/is.



Figur 2.7: Temperaturer i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is; «Rundt null» er fra minus tre til pluss tre grader; «Kaldt» er under minus tre grader.

Sommer vs. vinter: Blant ulykkene om vinteren er det langt flere enn om sommeren som skjedde i **nedbør**, **dårlig sikt** og i **mørke**. Det er innlysende da slike forhold langt oftere forekommer om vinteren enn om sommeren. I tillegg kan ulykkesrisikoen under slike forhold være høyere.

Vinter: Ulykker på snø/is skjer omtrent like ofte i nedbør som når det er oppholdsvær, sett i forhold til hvor ofte slike forhold forekommer. Det betyr at det ikke er vesentlige forskjeller mellom ulykker med og uten snø/is med hensyn til nedbør.

Ulykker på snø/is, spesielt med snø/is som medvirkende faktor, skjer derimot relativt ofte når det er **dårlig sikt**. Dette kan forklares med at dårlig sikt ofte forekommer i kombinasjon med vanskelige kjøreforhold, for eksempel når det er snøvær. Her er «nedbør» og «dårlig sikt» ikke-overlappende kategorier, dvs. at det i kategorien «dårlig sikt» ikke samtidig er «nedbør».

Av alle ulykkene på snø/is (60 ulykker) skjedde omtrent halvparten i dagslys (31 ulykker; derav 21 med snø/is som medvirkende faktor).

Når ulykker på snø/is skjer i mørke, skjer de i all hovedsak på veger **uten vegbelysning** (til sammen 19 ulykker, derav 14 med snø/is som medvirkende faktor). Kun svært få ulykker på snø/is skjer i mørke på belyst veg (til sammen 3 ulykker). En mulig forklaring er at belyste veger ofte har høyere vinterdrifts-klasser enn ubelyste veger. Man ville derfor forvente at snø/is i hovedsak forekommer på ubelyste veger.

Temperaturen er i ulykker med snø/is omtrent like ofte rundt null grader som i ulykker uten snø/is. At det var plussgrader i kun to av ulykkene på snø/is, kan forklares med at det som regel ikke er snø/is på vegen når det er plussgrader.

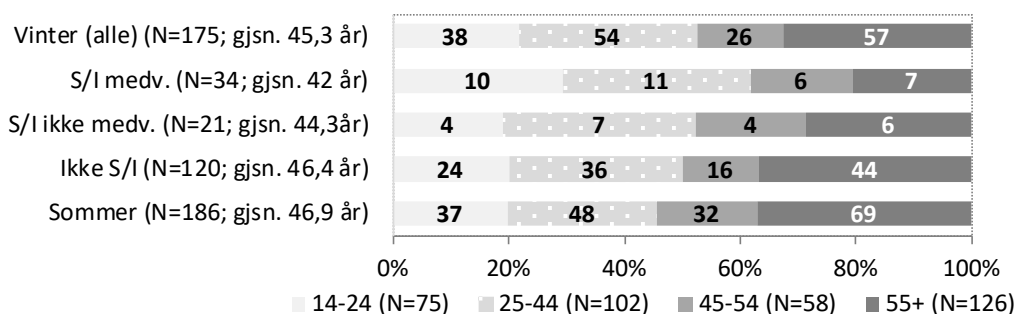
2.3 Fører av utløsende enhet

2.3.1 Alder og kjønn

I ulykker på snø/is er det oftere enn i andre ulykker en **mannlig og/eller ung** person som er fører av utløsende enhet.

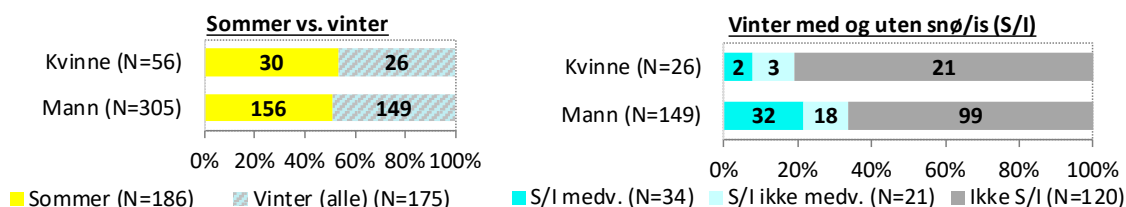
Alder og kjønn gjelder føreren av utløsende enhet. Alder og kjønn blant øvrige innbandede inngår ikke i analysene. Siden det kun er én fører av utløsende enhet per ulykke, gjelder alle antallene i figurene i dette avsnittet antall ulykker.

Figur 2.8 viser aldersfordelingen for de ulike kategoriene av ulykker om sommeren og om vinteren, og om vinteren med og uten snø/is.



Figur 2.8: Aldersgrupper om sommeren vs. vinteren og om vinteren med vs. uten snø/is (S/I), samt gjennomsnittsalderen i de enkelte gruppene.

Figur 2.9 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og om vinteren og om vinteren med og uten snø/is for kvinner og menn.



Figur 2.9: Menn og kvinner som fører av utløsende enhet i ulykker om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: Det er ingen vesentlige forskjeller mellom ulykkene om sommeren og om vinteren med hensyn til fordelingene, verken av alder eller kjønn. Andelen kvinner er på omtrent 15 prosent, både om sommeren og om vinteren. Dette endrer seg heller ikke vesentlig når man utelater motorsykler og mopeder.

Heller ikke for gjennomsnittsalderen er det vesentlige forskjeller. Gjennomsnittsalderen er litt lavere om vinteren (45,3 år) enn om sommeren (46,9 år), men om vinteren uten snø/is er gjennomsnittsalder omtrent like høy (46,4 år) som om sommeren (Figur 2.8).

Vinter: Ulykker hvor snø/is var medvirkende faktor, er den gruppen av ulykker med flest **unge førere** og med lavest gjennomsnittsalder (42 år; «S/I medv.» i Figur 2.8).

I ulykkene hvor snø/is var medvirkende faktor, er det også i all hovedsak **menn** som var fører av utløsende enhet, kun to var kvinner (Figur 2.9).

At ulykker på snø/is relativt ofte skjer med unge førere og menn som fører av utløsende enhet, kan ha to forklaringer som ikke er gjensidig utelukkende: Det kan være flere menn og unge som kjører på snø/is, mens kvinner og eldre førere oftere unngår å kjøre. I tillegg kan menn og unge førere ha høyere risiko på snø/is, mens kvinner og eldre kjører saktere og mer forsiktige, slik at de har lavere risiko.

2.3.2 Førerrelaterte ulykkes- og skadefaktorer

Oppmerksomhetsrelaterte ulykkesfaktorer forekommer oftere om vinteren enn om sommeren. Om vinteren er **høy fart etter forholdene** og **manglende kompetanse/erfaring** de viktigste førerrelaterte faktorene i ulykker hvor snø/is har vært medvirkende. Begge bidrar til høy risiko under vanskelige kjøreforhold. Rus, helserelaterte faktorer og fart over fartsgrensen forekommer kun relativt sjeldent i ulykker på snø/is, trolig fordi de også generelt sett forekommer relativt sjeldent på snø/is.

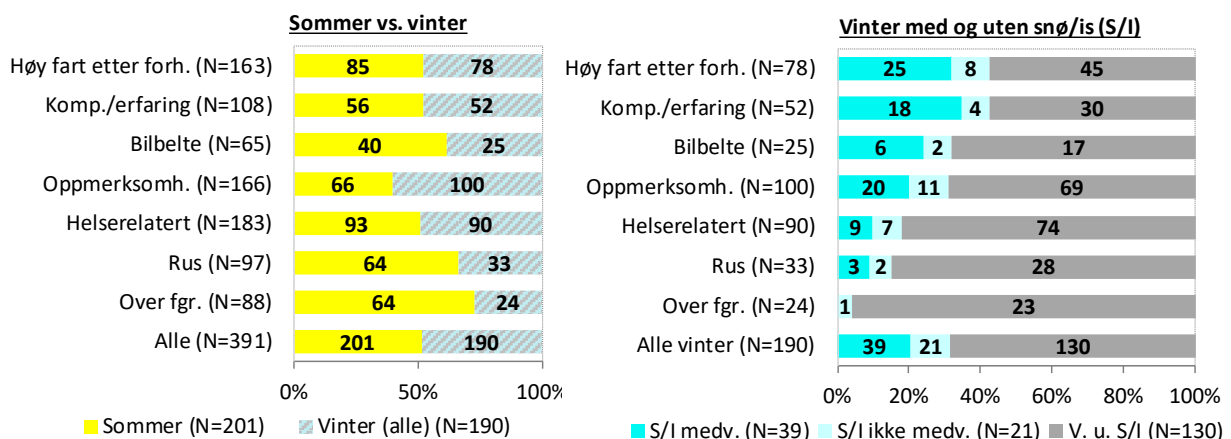
Figur 2.10 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og om vinteren og fordelingen av ulykkene om vinteren med og uten snø/is for førerrelaterte ulykkes- og skadefaktorer. Dette er faktorer hvor UAG har vurdert at de har vært medvirkende til at ulykkene skjedde eller til at de fikk dødelig utfall. Manglende eller feil bruk av bilbelte som skadefaktor er også tatt med i oversikten, selv om dette ikke nødvendigvis gjelder føreren av utløsende enhet.

Resultatene er delvis slått sammen for ulike ulykkes-/skadefaktorer og de er sortert etter andelen av ulykkene i de enkelte gruppene som skjedde på snø/is om vinteren:

- **Høy fart etter forholdene** (ulykkes-/skadefaktor): Farten har vært for høy under de aktuelle forholdene, uten at den nødvendigvis har vært over fartsgrensen. Høy fart som ulykkesfaktor og som skadefaktor er slått sammen. Denne kategorien overlapper ikke med «Over fartsgrensen».
- **Kompetanse/erfaring** (ulykkesfaktor): Minst en av de følgende faktorene har medvirket til ulykken:
 - Mangel på trafikal kompetanse
 - Manglende erfaring med kjøretøyet
 - Manglende teknisk kjøretøybehandling
 - Manglende kjøreefaring.
- **Bilbelte** (skadefaktor): Enten manglende eller feil bruk av bilbelte har bidratt til skadeomfanget; i motsetning til de øvrige faktorene i dette avsnittet, gjelder dette ikke nødvendigvis føreren av utløsende enhet, men en person i ulykken som døde av skadene.
- **Oppmerksomhet** (ulykkesfaktor): Minst en av de følgende faktorene har medvirket til ulykken:
 - Manglende informasjonsinnhenting
 - Distraherende forhold i kjøretøyet/under gange
 - Distraksjon for øvrig
 - Mobiltelefon.

- **Helserelaterte faktorer** (ulykkes-/skadefaktor): De ulike helserelaterte ulykkes- og skadefaktorene er slått sammen da hver av dem kun har få forekomster. Det er de følgende faktorene:
 - Sykdom
 - Generell helsesvekkelse
 - Aldersrelatert svekkelse
 - Trøtthet
 - Emosjonell tilstand
 - Mistanke om selvvalgt ulykke.
- **Ruspåvirkning** (ulykkesfaktor) omfatter både alkohol, annen rus og blandingsrus.
- **Over fartsgrensen** (ulykkes-/skadefaktor): Farten har vært over fartsgrensen eller godt over fartsgrensen, enten som være ulykkes- eller som skadefaktor. Godt over fartsgrensen betyr at farten har vært høyere enn beslagsgrensen for førerkort. «Høy fart» og «Over fartsgrensen» er ikke-overlappende kategorier, dvs. at ulykker som er klassifisert som «Høy fart» (første punkt på denne listen) ikke også er klassifisert som «Over fartsgrensen».

Med unntak for «Høy fart etter forholdene» og «Over fartsgrensen», kan førerrelaterte faktorene overlappe hverandre, dvs. at flere faktorer kan samtidig ha vært medvirkende i én ulykke. De samlede antallene i hver ulykkeskategori i figur 2.10 kan derfor være høyere enn det totale antallet ulykker i den samme kategorien (for eksempel er summen av stolpene for «S/I medvirkende» langt høyere enn 39, som er det totale antall ulykker i denne kategorien).



Figur 2.10: Førerrelaterte ulykkes- og skadefaktorer om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: Oppmerksomhetsrelaterte ulykkesfaktorer forekommer oftere om vinteren enn om sommeren. Av alle ulykkene om vinteren, hadde over halvparten (53 prosent) en oppmerksomhetsrelatert ulykkesfaktor, mot kun 33 prosent om sommeren.

Rus og fart over fartsgrensen er derimot sjeldnere om vinteren enn om sommeren. Til sammen ble disse to faktorene funnet i 64 prosent av alle ulykkene om sommeren mot kun 30 prosent av alle ulykkene om vinteren. Dette kan skyldes at det kjøres mindre i forbindelse med fester og andre drikkeanledninger om vinteren enn om sommeren.

For øvrig er det kun små forskjeller i forekomsten av førerrelaterte ulykkes- og skadefaktorer mellom sommer og vinter.

Vinter: De viktigste førerrelaterte faktorene i ulykker hvor snø/is har vært medvirkende faktor, er:

- **Høy fart etter forholdene** forekom i 25 ulykker (64 prosent av alle med snø/is som medvirkende faktor)
- **Oppmerksomhetsrelaterte faktorer** forekom i 20 ulykker (51 prosent av alle med snø/is som medvirkende faktor).
- **Manglende kompetanse / erfaring** forekom i 18 ulykker (46 prosent av alle med snø/is som medvirkende faktor)

At høy fart og manglende kompetanse og erfaring bidrar til en stor andel av ulykkene på snø/is, kan forklares med at snø/is i hovedsak er et problem i forbindelse med fart og at det krever mer kompetanse og erfaring å kjøre under vanskelige føreforhold.

Faktorer som forekommer kun i svært liten grad på snø/is er:

- Helserelaterte faktorer (23 prosent av ulykkene med snø/is som medvirkende faktor)
- Rus (8 prosent av ulykkene med snø/is som medvirkende faktor)
- Fart over fartsgrensen (inngår ikke i «Høy fart etter forh.») (ingen ulykker med snø/is som medvirkende faktor).

Både de helserelevante faktorene og rus er kjent for å medføre økt ulykkesrisiko. Forklaringen på deres lave forekomst i ulykker på snø/is er trolig at førere som er påvirket av en eller flere av disse faktorene, i langt mindre grad kjører på snø/is. Man kan for eksempel tenke seg at syke og trøtte førere avstår fra å kjøre på snø/is.

At rus og fart over fartsgrensen er relativt sjeldne i ulykker på snø/is, kan trolig også forklares med eksponeringen. Berusede førere kan tenkes å kjøre i liten grad på snø/is og det er trolig også få som kjører (godt) over fartsgrensen på snø og is.

Blant ulykkene hvor manglende eller feil bilbeltebruk eller oppmerksomhetsrelaterte faktorer har vært medvirkende, er det ikke flere som skjedde på snø/is enn man ville forvente ut fra andelen av alle ulykkene om vinteren som skjedde på snø/is.

2.4 Veg

2.4.1 Ulykkessted generelt

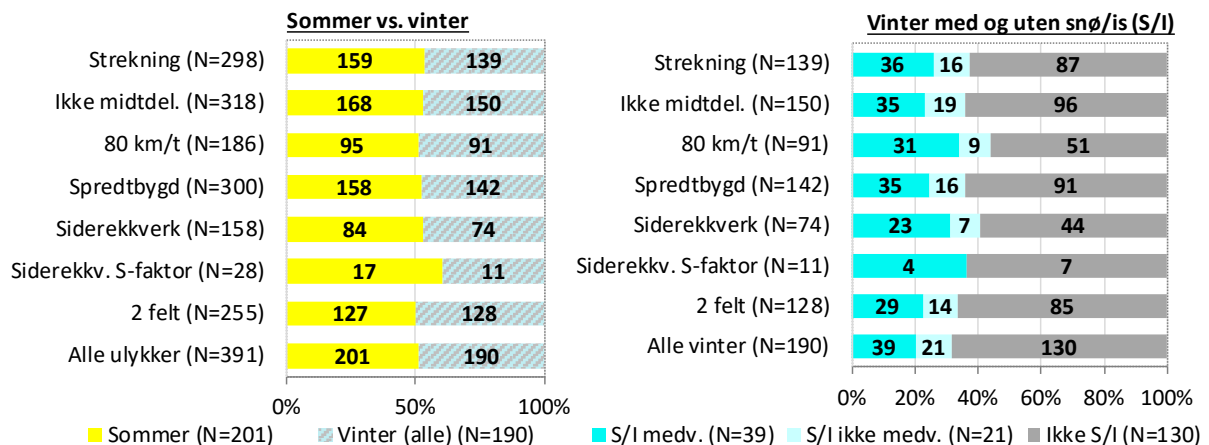
Ulykkesstedene om sommeren har omtrent de samme vegrelaterte egenskaper som ulykkessteder om vinteren. Om vinteren skjer ulykker på snø/is i hovedsak på følgende typer ulykkessted: **Strekninger** utenfor kryss eller avkjørsler, **fylkesveg**, fartsgrense **80 km/t**, i **spredtbygd** strøk, **tofeltsveg**. Slike veger har ofte lavere vinterdriftsstandard og dermed oftere vanskelige føreforhold om vinteren.

Figur 2.11 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og om vinteren og fordelingen av ulykkene om vinteren med og uten snø/is for ulike variabler som beskriver ulykkesstedet:

- **Strekning:** De aller fleste ulykkene, sommer og vinter, skjedde på strekninger. Av ulykker som ikke skjedde på en strekning, skjedde i de fleste i kryss eller rundkjøringer (38 i trearmet kryss, 12 i firearmet eller annet kryss og tre i rundkjøringer). Øvrige ulykker skjedde i tunnel (23 ulykker) eller i en avkjørsel, på en bro eller planovergang (jernbane).
- **Ikke midtdeler/-rekkverk mv.:** De aller fleste ulykkene skjedde på veger som har verken midtdeler, midtrekkverk eller lignende. Av de øvrige ulykkesstedene hadde 23 midtdeler eller -rekkverk, 28 hadde forsterket midtoppmerking og 18 hadde sperreområde, trafikkøy eller midtmarkering.

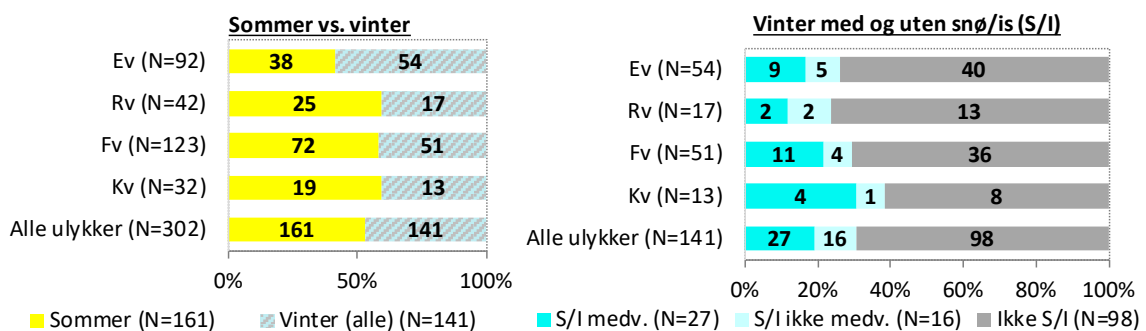
- **Fartsgrense:** Den hyppigste fartsgrensen er 80 km/t, både sommer og vinter; det er også den eneste fartsgrensen med en tydelig forskjell mellom ulykker med og uten snø/is om vinteren. De øvrige ulykkene skjedde på veger med fartsgrense 30-50 km/t (91 ulykker), 60-70 km/t (89 ulykker) eller 90 km/t eller høyere (17 ulykker).
- **Spredtbygd strøk:** De aller fleste ulykkene skjedde i spredtbygd strøk. Veger som ikke skjedde i spredtbygd strøk, skjedde i boligområde (31 ulykker), sentrumsområde (29), område med blandet funksjon (25) og næringsområde (seks ulykker).
- **Siderekverk og siderekverk som skadefaktor:** De fleste ulykkesstedene hadde ikke siderekverk, 158 steder hadde siderekverk. Siderekverk som skadefaktor betyr at det er feil eller mangler ved siderekverket som bidro til skadeomfanget; manglende siderekverk inngår ikke i denne kategorien.
- **Antall kjørefelt:** De aller fleste ulykkene skjedde på tofeltsveger. To er også det eneste antall kjørefelt med en tydelig forskjell mellom ulykker med og uten snø/is om vinteren.

Alle de vegrelaterte faktorene som er vist i figur 2.11, kan overlappes hverandre, dvs. at flere faktorer kan være til stede i én ulykke. En ulykke kan for eksempel ha skjedd på en strekning med fartsgrense 80 km/t i spredtbygd strøk.



Figur 2.11: Ulykkessted generelt om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Fordelingen av ulykkene på ulike vegtyper er vist i figur 2.12 for ulykkene i 2017-2019. Året 2020 er utelatt da en stor del av riksvegnettet ble til fylkesveger fra det året. Private veier er utelatt på grunn av små antall. Vegkategoriene er gjensidig utelukkende, dvs. at hver ulykke har skjedd på én type veg.



Figur 2.12: Vegtype på ulykkesstedet om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre); gjelder kun ulykker i 2017-2019.

Sommer vs. vinter: For de fleste vegrelaterte faktorene er det ingen eller kun små forskjeller mellom sommer og vinter. Ett unntak er europaveger; ulykker om vinteren skjedde oftere på europaveger enn ulykker om sommeren.

Ett annet unntak er siderekkverk som skadefaktor. Dette forekommer oftere om sommeren enn om vinteren. Det kan ha sammenheng med den relativt høye andelen utforkjøring om sommeren.

Vinter: Ulykker på snø/is, især ulykker med snø/is som medvirkende faktorer, skjer ofte på de følgende typer ulykkessteder:

- **Strekning:** De fleste ulykker på snø/is skjer på strekninger (36 av 39 ulykker med snø/is som medvirkende faktor og 16 av 21 øvrige ulykker på snø/is). Kun fem av ulykkene på snø/is skjedde i kryss, ingen skjedde i en tunnel og tre skjedde på/i planovergang, bro eller avkjørsel.
- **Ikke midtdeler/rekkverk:** Ingen av ulykkene med snø/is skjedde på en veg med midtdeler eller -rekkverk. Det kan trolig forklares med at veger med midtdeler/-rekkverk ofte er firefeltsveger med høy vinterdriftsklasse hvor det sjeldent er snø/is.

Åtte av ulykkene om vinteren hadde manglende midtrekkverk som skadefaktor og av disse var det kun én med snø/is på vegen men uten at dette var medvirkende faktor (ikke vist i figuren). Antallene er for små til å sammenligne andeler. Resultatene tyder uansett ikke på at (manglende) midtrekkverk er en relevant skadefaktor om vinteren. Dette til tross for at møteulykker er den mest typiske ulykkestypen om vinteren og på snø/is.

- **Fartsgrense 80 km/t:** De fleste ulykker på snø/is skjer på veger med fartsgrense 80 km/t (40 av 60 ulykker).
- **Spredtbygd strøk:** De fleste ulykker på snø/is skjer i spredtbygd strøk (51 av 60 ulykker).
- **Siderekkverk:** Halvparten av ulykkene på snø/is skjer på veger med siderekkverk. Siderekkverk er vurdert som skadefaktor i kun få ulykker, men blant alle ulykkene med siderekkverk som skadefaktor utgjør snø/is som medvirkende faktor en langt større andel enn når man ser på alle ulykkene om vinteren under ett.
- **Fylkes- og kommunale veger:** Blant ulykkene på fylkes- og kommunale veger er det flere som skjedde på snø/is enn blant ulykker på europa- og riksveger. Det har trolig sammenheng med at europa- og riksveger oftere har en høyere vinterdriftsklasse (DkA) og dermed i gjennomsnitt bedre kjøreforhold om vinteren. For kommunale veger gjelder ikke de samme vinterdriftsklassene som for andre veger, men antall ulykker på kommunale veger er uansett lite.
- **Antall kjørefelt:** Godt over halvparten av ulykkene på snø/is skjedde på tofeltsveger, men andelen av ulykkene på snø/is er omtrent like høy på tofeltsveger som i ulykker om vinteren generelt.

For å oppsummere, skjer ulykker på snø/is i hovedsak følgende typer ulykkessted: **Strekninger** utenfor kryss eller avkjørslar, **fylkesveg**, fartsgrense **80 km/t**, i **spredtbygd strøk**, **tofeltsveg**.

Forklaringen er trolig sammensatt. Slike veger har ofte lavere vinterdriftsklasser og dermed oftere snø/is enn veger med høyere vinterdriftsklasser. I tillegg er risikoen for alvorlige ulykker generelt høyere på fylkesveger og på veger med fartsgrense 80 km/t enn ved på andre veger (Høye, 2016) og ulykker på strekninger er i gjennomsnitt mer alvorlige enn kryssulykker på grunn av høyere fart.

Tofeltsveger er den mest vanlige vegtypen. Slike veger kan ofte ha lavere vinterdriftsstandard enn veger med flere kjørefelt, men høyere standard enn etfeltsveger med trafikk i begge kjøreretninger.

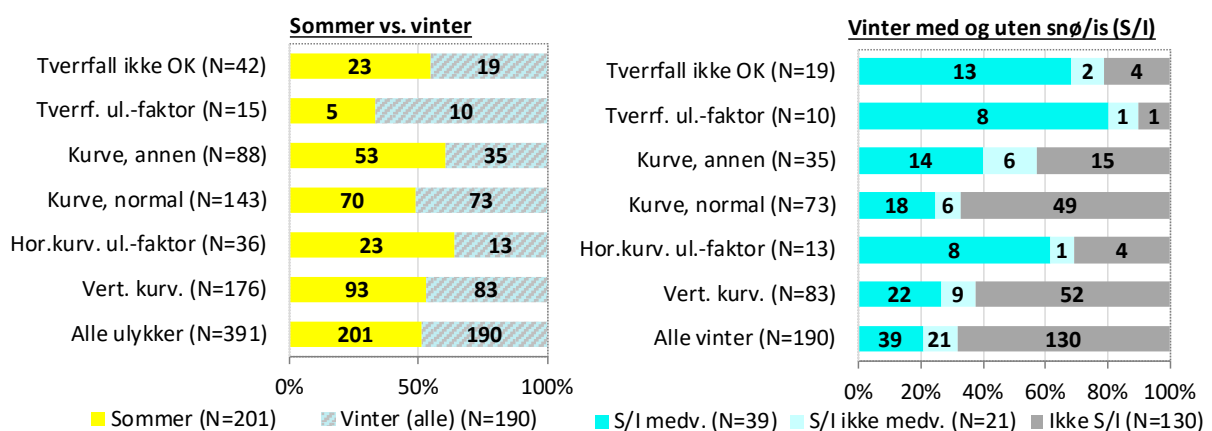
At en relativt stor andel av ulykkene med snø/is som medvirkende faktor skjedde på veger med **siderekkverk**, må trolig forklares med andre faktorer ved slike veger. Siderekkverk i seg selv kan neppe øke ulykkesrisikoen når det er snø/is på vegen.

2.4.2 Ulykkessted – veggeometri

Om vinteren skjer relativt store andeler av ulykkene hvor snø/is er medvirkende faktor, i kurver med uheldig **tverrfall** og i **kurver** som er krappe, sammensatte eller som har varierende radius. Uheldig tverrfall og horisontalkurvatur er også medvirkende faktor i relativt store andeler av ulykkene på snø/is.

Figur 2.13 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og vinteren og fordelingene om vinteren med og uten snø/is for ulike variabler som beskriver veggeometrien på ulykkesstedet. Det er delvis faktorer som kun var til stede uten at de nødvendigvis har vært medvirkende, og delvis faktorer som UAG har vurdert som medvirkende faktorer:

- **Tverrfall:**
 - «Tverrfall ikke OK» innebærer at tverrfallet er utenfor kravene i vegnormalen; det innebærer ikke nødvendigvis at det har vært medvirkende til ulykken
 - «Tverrfall ul.-faktor» betyr at UAG anser uheldig tverrfall som ulykkesfaktor; i de aller fleste tilfellene er tverrfallet også vurder som utenfor vegnormalen.
- **Horisontal geometri:**
 - «Kurve, annen» omfatter horisontale kurver som har varierende radius eller som er krappe eller sammensatte
 - «Kurve normal» er horisontale kurver som ikke faller i kategorien «Kurve, annen»
 - «Hor.kurv. ul.-faktor» betyr at horisontal kurvatur er av UAG vurdert som ulykkesfaktor; slike kurver kan være «normal» eller «annen».
- **Vertikal geometri:** «Vert. kurv.» betyr at vegen på ulykkesstedet har stigning/fall eller ligger på et høy- eller lavbrekk, uavhengig av om dette er vurdert som medvirkende faktor eller ikke.



Figur 2.13: Ulykkessted, veggeometri om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: For de fleste veggeometriske faktorene er det ingen eller små forskjeller mellom sommer og vinter, med følgende unntak:

- Tverrfall er oftere ulykkesfaktor om vinteren enn om sommeren; av alle ulykkene om vinteren er det 5,2 prosent med tverrfall som ulykkesfaktor, mot kun 2,5 prosent om sommeren.
- «Kurve, annen» og horisontal kurvatur som ulykkesfaktor forekommer oftere om sommeren enn om vinteren; av alle ulykkene om sommeren er det 26 prosent som skjedde på «Annen kurve» og 11 prosent med horisontal kurvatur som ulykkesfaktor. Om vinteren var de respektive andelene på 18 prosent (Annen kurve) og 7 prosent (horisontal kurvatur som ulykkesfaktor).

At horisontale kurver ser ut til å være av større betydning om sommeren enn om vinteren, kan henge sammen med den relativt høye andelen utforkjøringsulykker om sommeren, da slike ulykker ofte skjer i kurver.

Om sommeren er det også flere som kjører motorsykel og moped. Andelen ulykker som skjer i kurver, er likevel omtrent uendret når man utelater motorsykler fra analysene: Når man ser på alle ulykkene under ett (Figur 2.13), er andelen av ulykkene som skjer i kurver, 61 prosent om sommeren og 57 prosent om vinteren. Utelater man motorsykler og mopeder, er andelen av ulykkene som skjer i kurver, på henholdsvis 57 og 56 prosent om sommeren og om vinteren.

Av de 10 ulykkene om vinteren hvor uheldig **tverrfall** var medvirkende faktor, skjedde de aller fleste på snø/is.

Vinter: Både tverrfall, horisontale kurver og vertikale kurver ser ut til å være av større betydning i ulykker med snø/is, især i ulykker hvor snø/is har vært medvirkende, enn i ulykker uten snø/is om vinteren.

Tverrfall er en av de viktigste vegrelaterte faktorene i ulykker på snø/is. Tverrfall utenfor vegnormalen («Tverrfall ikke OK») og tverrfall som ulykkesfaktor forekommer nesten utelukkende i ulykker med snø/is som medvirkende faktor. I ulykker uten snø/is er tverrfall av svært liten betydning (fire ulykker om vinteren uten snø/is med tverrfall utenfor vegnormalen og én ulykke om vinteren uten snø/is med uheldig tverrfall som ulykkesfaktor).

Av de 39 ulykkene med snø/is som medvirkende faktor, skjedde en tredjedel (13 ulykker) på veger hvor tverrprofilen var utenfor vegnormalen. I de fleste av disse ulykkene (8 ulykker) var uheldig tverrfall også medvirkende faktor. De åtte ulykkene med tverrfall som ulykkesfaktor og snø/is som medvirkende faktor var alle møteulykker i kurver med for høy fart etter forholdene som enten ulykkes- eller skadefaktor; syv av dem skjedde på 80 km/t-tofeltsveger.

Veger med tverrfall utenfor vegnormalen kan ha lavere vinterdriftsklasser, og dermed også oftere snø/is, enn andre veger. Dette kan trolig delvis forklare den høye forekomsten av uheldig tverrfall i ulykker på snø/is. Men det kan også være en direkte årsakssammenheng mellom tverrfall og ulykker på snø/is. Problemet med snø/is er i hovedsak at friksjonen er for dårlig og dette er et større problem i kurver med uheldig tverrfall.

Horisontale kurver: Horisontalkurvatur er omtrent like viktig som tverrfall i ulykker med snø/is som medvirkende faktor.

Av de 39 ulykkene med snø/is som medvirkende faktor, skjedde de aller fleste i kurver (til sammen 32 ulykker eller 82 prosent av ulykkene med snø/is som medvirkende faktor). Blant ulykkene hvor horisontalkurvatur er vurdert som medvirkende faktor (13 ulykker), skjedde de fleste på snø/is (til sammen ni ulykker) eller med snø/is som medvirkende faktor (åtte ulykker). Blant de åtte ulykkene med horisontal kurvatur som ulykkesfaktor og snø/is som medvirkende faktor, var de fleste møteulykker med for høy fart etter forholdene og de fleste skjedde på 80 km/t-tofeltsveger.

På samme måte som uheldig tverrfall, kan også uheldig horisontalkurvatur tenkes å forekomme oftere på veger med lavere vinterdriftsklasser. Det betyr at veger med uheldig horisontalkurvatur oftere kan være dekket av snø/is enn andre veger. Men også her er det trolig en direkte årsakssammenheng ved at snø/is forsterker den risikøøkende effekt av uheldig horisontalkurvatur.

Ulykker i kurver av typen «Normal» skjer omtrent like ofte på snø/is som ulykker om vinteren generelt. Det betyr at det i all hovedsak er «andre» kurver som er problematiske på snø/is. Det kan bero på at «andre» kurver medfører større risiko under vanskelige føreforhold, men også at «andre» kurver oftere enn «normale» har vanskelige føreforhold da de ligger på veger med lavere vinterdriftsstandard.

Mellom tverrfall og horisontal kurvatur som ulykkesfaktor er det nesten ikke overlapp. Av de 39 ulykkene med snø/is som medvirkende faktor, var det 15 ulykker (38 prosent) med enten tverrfall eller horisontal kurvatur som medvirkende faktor. Kun i én av ulykkene med snø/is som medvirkende faktor er begge vurdert som ulykkesfaktor.

Vertikal kurvatur: Ulykker på snø/is skjer noe oftere i opp- eller nedoverbakker, på høybrekk eller i lavbrekk enn ulykker uten snø/is. Forskjellen mellom ulykker med og uten snø/is er imidlertid langt mindre enn for tverrfall og horisontal kurvatur. Det betyr at vertikalkurvatur er av langt mindre betydning enn horisontalkurvatur på snø og is. Likevel er det sannsynlig at snø/is øker ulykkesrisikoen mer i nedoverbakker enn på flate strekninger eller i oppoverbakker.

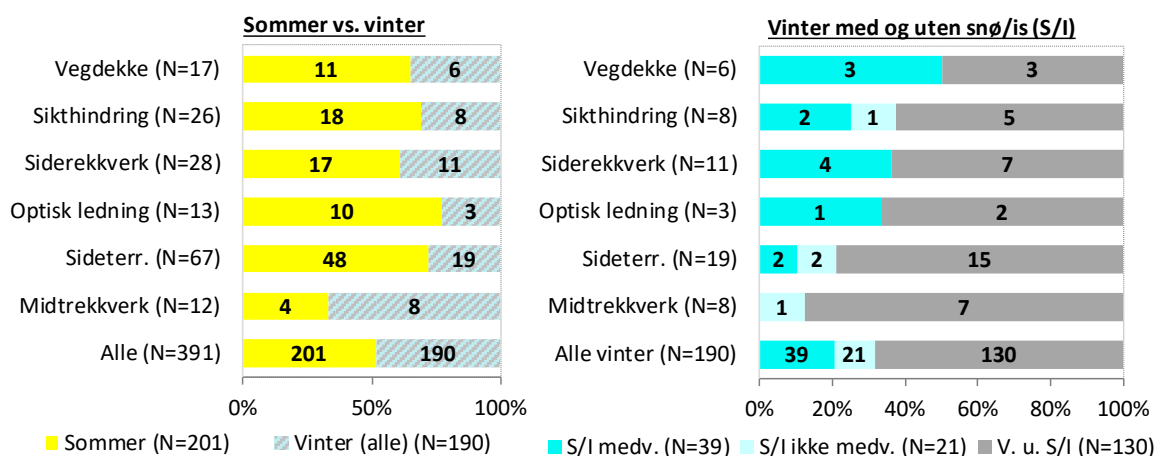
2.4.3 Vegrelaterte ulykkes- og skadefaktorer

Av vegrelaterte ulykkes- og skadefaktorer, utenom veggeometri, er det kun midtrekkverk som skadefaktor som forekommer oftere om vinteren enn om sommeren; dette henger trolig sammen med den store andelen møteulykker om vinteren. Om vinteren er det ingen klare sammenhenger mellom de vegrelaterte faktorene, utenom veggeometrien, og snø/is.

Figur 2.14 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og vinteren og om vinteren med og uten snø/is for vegrelaterte ulykkes- og skadefaktorer:

- **Vegdekke** (ulykkesfaktor): Ujevnheter, hull, sprekker, spor mv. som kan ha påvirket hendelsesforløpet.
- **Sikthindring** (ulykkesfaktor): Objekter eller deler av terrenget som hindrer sikten som for eksempel vegetasjon, fjellskjæring, høybrekk, byggegjerder mv.
- **Siderekverk** (skadefaktor): Mangler eller feil ved eksisterende siderekverk som kan ha påvirket skadeomfanget (ikke manglende siderekverk); se også under Ulykkessted generelt
- **Optisk ledning** (ulykkesfaktor): Dårlig visuell ledning kan ha gjort at det blir vanskelig for trafikantene å forutse vegens videre forløp
- **Sideterreng** (skadefaktor): Minst en av de følgende faktorene ved sideterrenget kan ha bidratt til skadeomfanget: Sideterrengutforming; Trær eller stubber i sideterrenget; Andre objekter i sideterrenget; Stup/vann.
- **Midtrekkverk** (skadefaktor): Feil eller mangler ved midtrekkverk, inkl. manglende midtrekkverk; se også under Ulykkessted generelt.

Tverrfall og horisontal kurvatur som ulykkesfaktorer er beskrevet i avsnittet over (Ulykkessted – veggeometri).



Figur 2.14: Vegrelaterte ulykkes- og skadefaktorer om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: Blant de vegrelaterte ulykkes- og skadefaktorene forekommer de fleste i hovedsak om sommeren. Kun **midtrekkverk** som skadefaktor forekommer oftere i ulykker om vinteren enn om sommeren. Dette kan ha sammenheng med den relativt høye andelen møteulykker om vinteren (se under Ulykkessted generelt).

Vinter: Det er ikke mulig å trekke noen konklusjoner om hvorvidt noen av faktorene i figuren forekommer mer eller mindre ofte i ulykker med snø/is på grunn av små antall.

2.5 Kjøretøy

2.5.1 Typer kjøretøy og kjøretøyenes alder

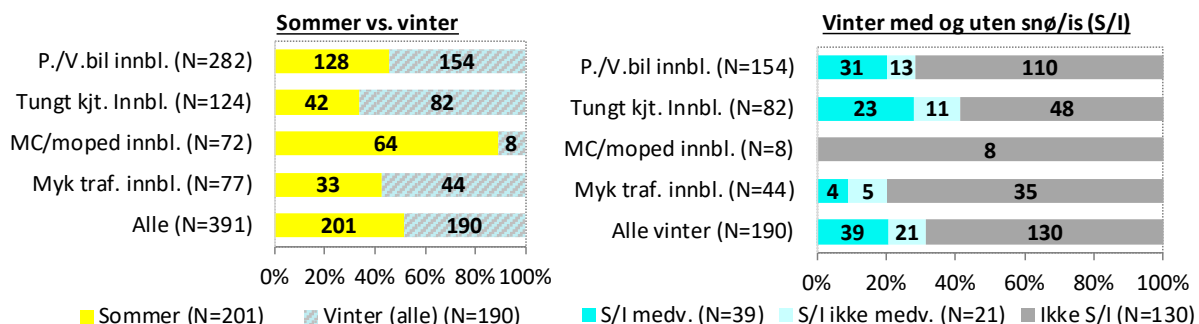
I ulykker om vinteren er **tunge kjøretøy** langt oftere utløsende enhet enn om sommeren. Ulykker om vinteren hvor et tungt kjøretøy er innblandet eller utløsende enhet, skjer oftere på snø/is enn ulykker om vinteren med andre kjøretøy som utløsende enhet. Ulykker hvor snø/is er medvirkende faktor og hvor et tungt kjøretøy er innblandet, er typisk møteulykker i kurver hvor en person- eller varebil er utløsende enhet.

Figur 2.15 og Figur 2.16 viser fordelingene av ulykkene om sommeren og vinteren og om vinteren med og uten snø/is hvor ulike typer kjøretøy var henholdsvis innblandet eller utløsende enhet. For person-/varebiler som utløsende enhet viser Figur 2.17 også fordelingene av ulike registreringsår.

Kjøretøytypene er her definert som følgende (antallene gjelder alle ulykkene, både om sommeren og om vinteren):

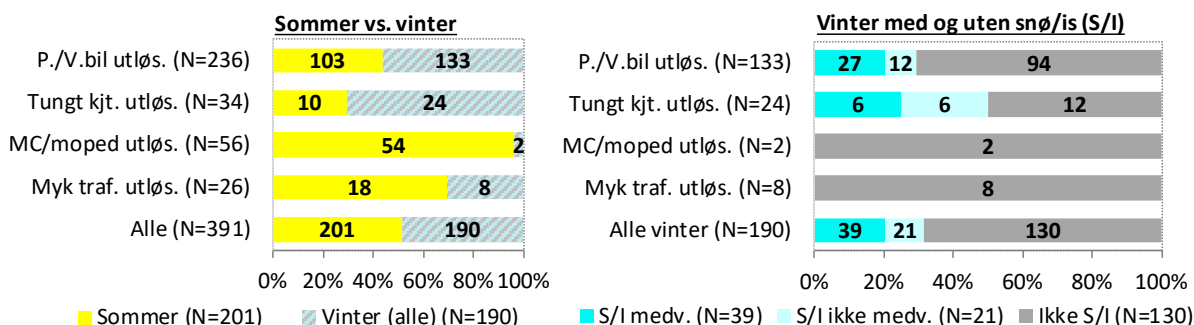
- Person- og varebiler («P./V.-bil») omfatter i hovedsak personbiler (til sammen 309 biler), i tillegg til 43 varebiler, både med og (de aller fleste) uten tilhenger.
- Tunge kjøretøy omfatter både busser og lastebiler (fra 3,5 tonn). Totalt inngår i de tunge kjøretøyene 40 lastebiler, 28 trekkbiler med og 7 trekkbiler uten semitrailer, 21 lastebiler med 2-akslet slepevogn og fire lastebiler med 1-akslet påhengsvogn. I tillegg er det noen få av de følgende kategoriene: buss, tankbil, brannbil, og kombinert bil.
- MC/moped omfatter i all hovedsak motorsykler og noen få mopeder.
- Myke trafikanter omfatter i hovedsak fotgjengere (totalt 44 fotgjenger) og syklist (27 syklist) og i tillegg noen få elsparkesyklist, akende, rullestoler og spark.

Alle antallene i figurene gjelder antall ulykker. Figur 2.15 viser derfor i hvor mange ulykker minst én person- eller varebil var innblandet, i hvor mange ulykker minst et tungt kjøretøy var innblandet etc. Tallene i figurene viser altså ikke antall innblandede kjøretøy. Siden flere ulike typer kjøretøy kan være innblandet i én ulykke, kan summen av antallene for de ulike typer kjøretøy innenfor hver gruppe av ulykker, være større enn antall ulykker i den respektive gruppen.

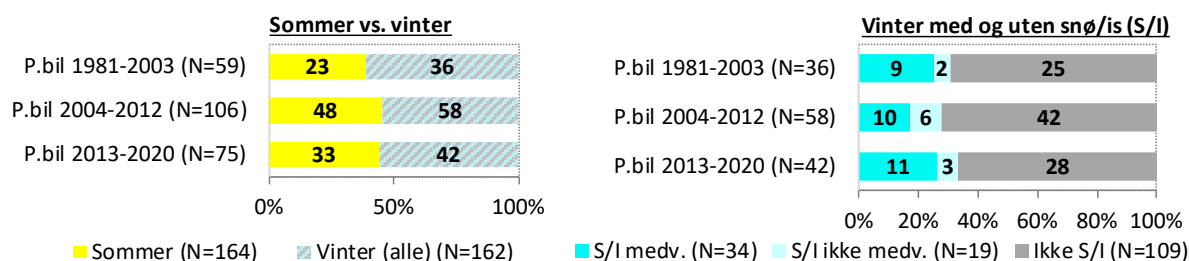


Figur 2.15: Innblandede kjøretøytyper om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Figur 2.16 og figur 2.17 viser henholdsvis kjøretøypene og registreringsår for utløsende enhet. Hver ulykke har én utløsende enhet.



Figur 2.16: Kjøretøytype utløsende enhet om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).



Figur 2.17: Registreringsår for person-/varebiler som var utløsende enhet om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: Om vinteren er det langt flere ulykker enn om sommeren hvor **tunge kjøretøy** er innblandet eller utløsende enhet. Mye trafikanter er oftere innblandet i ulykker om vinteren enn om sommeren, men de er i mindre grad utløsende enhet om vinteren enn om sommeren.

Motorsykler og mopeder er i langt mindre grad innblandet i ulykker om vinteren enn om sommeren. Dette kan forklares med at det er langt færre som kjører motorsykkel eller moped om vinteren.

Fordelingene av bilenes alder (figur 2.17) viser at det blant person- og varebilene er noen flere i den eldste kategorien om vinteren. Forskjellene mellom sommer og vinter er imidlertid små. Gjennomsnittsalderen på bilene er omtrent lik sommer og vinter (henholdsvis 10,3 og 10,5 år).

Vinter: Blant ulykkene som skjedde på snø/is, er det kun svært få hvor en myk trafikant har vært innblandet og ingen hvor en motorsykkel eller moped har vært innblandet. Det er heller ingen hvor en myk trafikant eller motorsykkel/moped har vært utløsende enhet. Det er trolig en eksponeringseffekt, dvs. at det er færre som går, sykler eller kjører motorsykkel eller moped på snø/is enn når det ikke er snø/is.

Blant ulykkene om vinteren hvor et **tungt kjøretøy** var innblandet og/eller utløsende enhet, var det større andeler som skjedde på snø/is enn blant ulykkene om vinteren generelt. For tunge kjøretøy som utløsende enhet er antallene imidlertid relativt små og generalisering dermed vanskelig.

Blant de 23 ulykkene med snø/is som medvirkende faktor hvor et tungt kjøretøy var innblandet, var 19 (83%) **møteulykker**, som med ett unntak alle skjedde i **kurver** og som i de fleste tilfellene hadde en person- eller varebil som motpart. Utløsende enhet var imidlertid i de fleste ulykkene motparten, dvs. en person- eller varebil; kun i seks ulykker var det tunge kjøretøyet utløsende enhet.

Fordelingen av biler fra ulike registreringsår viser ingen tydelige forskjeller mellom ulykker med og uten snø/is. Gjennomsnittsalderen for person- og varebiler om vinteren var 10,5 år. I ulykker med snø/is som medvirkende faktor var gjennomsnittsalderen noe over gjennomsnittet (11,2 år) og i ulykker med snø/is hvor dette ikke var medvirkende, var gjennomsnittsalderen under gjennomsnittet (8,7 år). Forskjellen mellom disse to gruppene er små og ikke statistisk signifikant ($t = 1,00$; $p = 0,32$).

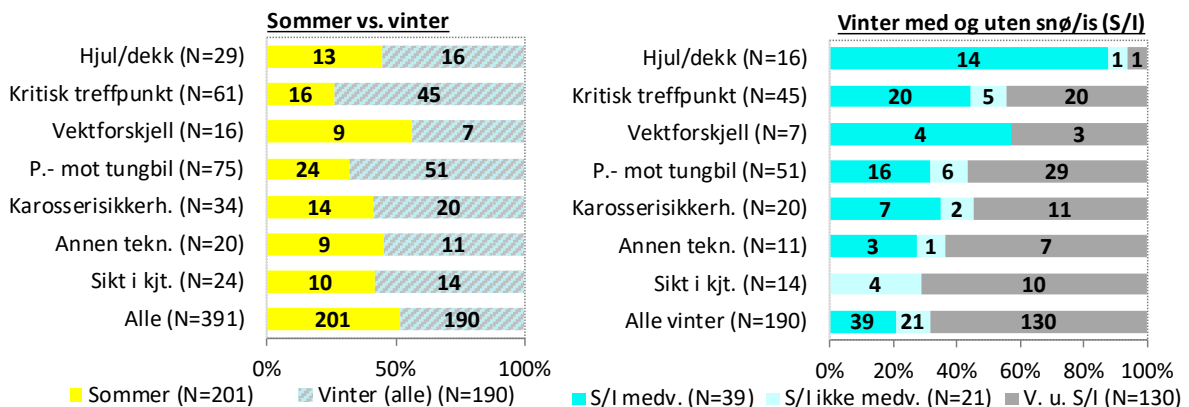
2.5.2 Kjøretøyrelaterte ulykkes- og skadefaktorer

Den viktigste kjøretøyrelaterte ulykkesfaktorene i ulykker hvor snø/is har vært medvirkende, er faktorer ved **hjul/dekk**. Slike faktorer bidrar til høy risiko, spesielt under vanskelige føreforhold.

Figur 2.18 viser fordelingen av ulykkene om sommeren og vinteren og om vinteren med og uten snø/is for kjøretøyrelaterte ulykkes- og skadefaktorer:

- Hjul/dekk (ulykkesfaktor)
- Kritisk treffpunkt (skadefaktor)
- Vektforskjell (skadefaktor)
- Personbil mot tungbil (skadefaktor)
- Karosserisikkerhet (skadefaktor)
- Annen teknisk kjøretøyfaktor (ulykkesfaktor)
- Sikt i kjøretøyet (ulykkesfaktor).

Ikke alle ulykkene har en kjøretøyrelatert ulykkes- eller skadefaktor, men enkelte ulykker kan ha flere kjøretøyrelaterte ulykkes- eller skadefaktorer.



Figur 2.18: Forekomst av kjøretøyrelaterte ulykkes- og skadefaktorer om sommeren vs. vinteren (venstre) og i ulykker om vinteren med vs. uten snø/is (høyre).

Sommer vs. vinter: Om vinteren er det flere ulykker med kjøretøyrelaterte ulykkes- og/eller skadefaktorer. Det gjelder alle ulykkes- og skadefaktorene i figuren, unntatt vektforskjell, men her er antallene små.

Vinter: Ulykker om vinteren med kjøretøyrelaterte ulykkes- og skadefaktorer, skjedde oftere på snø/is enn ulykker om vinteren uten kjøretøyrelaterte ulykkes- og skadefaktorer.

Den viktigste kjøretøyrelaterte ulykkesfaktorene i ulykker hvor snø/is har vært medvirkende, er faktorer ved **hjul/dekk**. Hjul/dekk forekommer nesten utelukkende i ulykker med snø/is som medvirkende faktor og kun i svært liten grad i ulykker uten snø/is. Av alle ulykkene med snø/is som medvirkende faktor er det omtrent halvparten (14 ulykker) hvor hjul/dekk også har vært medvirkende. Kun én av ulykkene med hjul/dekk som ulykkesfaktor om vinteren skjedde når det ikke var snø/is på veien.

Forklaringen på at hjul/dekk bidrar til mange ulykker på snø/is, er at dårlige eller skadde dekk medfører dårligere veggrep, noe som er spesielt uheldig på snø/is. Feil eller skader på hjul/dekk kan i tillegg tenkes å ha sammenheng med fører- og kjøretøyrelaterede faktorer.

Også kritisk treffpunkt, vektforskjell og person- mot tungbil og dårlig karosserisikkerhet forekommer oftere i ulykker på snø/is enn man ville forvente ut fra deres forekomst i ulykker om vinteren generelt. Det kan ha sammenheng med at det er relativt mange møte- og få utforkjøringsulykker i på snø/is.

Blant ulykkene hvor andre tekniske faktorer er medvirkende, er andelene som skjedde på snø/is, ikke veldig forskjellige fra ulykkene om vinteren generelt. Her er antallene imidlertid så små at man ikke kan generalisere resultatene.

2.6 Oppsummering: Hva er en typisk vinterulykke?

Tabell 2.1 oppsummerer hvilke faktorer som forekommer oftere i ulykker om vinteren (enn om sommeren) og faktorer som forekommer oftere i ulykker om vinteren med (enn uten) snø/is. Faktorer som oftere forekommer på snø/is om vinteren enn uten snø/is om vinteren, er forekommer som regel også oftere i ulykker hvor snø/is var medvirkende enn i ulykker uten snø/is om vinteren. Resultatene viser at typiske trekk i en vinterulykke som skjer med snø/is på veien, især ulykker hvor snø/is er medvirkende faktor, er:

- Møteulykke
- Mørke uten vegbelysning og med dårlige siktforhold
- Tofeltsveg i spredtbygd strøk med fartsgrense 80 km/t med siderekkeverk, uten midtrekkverk
- Vanskelig kurve eller kurve med uheldig tverrfall
- Strekning utenfor kryss
- Ingen tohjuling eller fotgjenger innblandet
- Tunge kjøretøy er ofte innblandet, typisk i møteulykker i kurver
- Utløsende enhet er en person-, vare- eller tungbil (ikke tohjuling eller fotgjenger) og har gjerne feil eller dårlige dekk
- Føreren av utløsende enhet er en mann og / eller ung.

For noen av disse faktorene kan den høyere forekomsten om vinteren og på snø/is forklares med at de øker risikoen om vinteren. Det gjelder især vanskelige kurver med uheldig tverrfall, tunge kjøretøy og dårlige eller feil dekk. For andre faktorer kan den høye forekomsten derimot forklares med forskjeller i eksponeringen mellom sommer og vinter. Dette gjelder især tohjulinger og fotgjengere som i langt mindre grad ferdes på snø og is enn andre trafikantgrupper. Også mørke og vanskelige siktforhold forekommer langt oftere om vinteren enn om sommeren.

Tabell 2.1: Faktorer som forekommer oftere i ulykker om vinteren (vs. om sommeren) og i ulykker på snø/is (vs. uten snø/is).

	Vinter (vs. sommer)	Vinter: Snø/is (vs. vinter uten snø/is)
Ulykkestype	<ul style="list-style-type: none"> Møteulykke Fotgjengerulykke 	<ul style="list-style-type: none"> Møteulykke
Ulykkestid	<ul style="list-style-type: none"> Ukedag Formiddag 	(liten / ingen forskjell)
Vær- og lysforhold	<ul style="list-style-type: none"> Nedbør, dårlig sikt Mørke uten vegbelysning 	<ul style="list-style-type: none"> Dårlig sikt Mørke uten vegbelysning (nesten ingen i mørke på belyst veg)
Fører utløsende: Alder, kjønn	(liten / ingen forskjell)	<ul style="list-style-type: none"> Mann Ung
Fører utløsende: Helse og tilstand	<ul style="list-style-type: none"> Ikke rus 	<ul style="list-style-type: none"> Ikke rus Ingen andre tilstander / helserelaterte ulykkes- / skadefaktorer
Fører utløsende: Ulykkes-/skadefaktorer (utenom helse/tilstand)	<ul style="list-style-type: none"> Oppmerksomhet / distraksjon Ikke fart (godt) over fartsgrensen 	<ul style="list-style-type: none"> Høy fart etter forholdene Manglende kompetanse og erfaring Ikke fart (godt) over fartsgrensen
Veg generelt (utenom veggeometri)	<ul style="list-style-type: none"> Siderekkverk som skadefaktor 	<ul style="list-style-type: none"> Strekning (vs. kryss mv.) Fartsgrense 80 km/t Spredtbygd strøk Veg med siderekkverk Ikke midtdeler / rekkverk
Veggeometri	<ul style="list-style-type: none"> Tverrfall som ulykkesfaktor Rett strekning eller normal kurve 	<ul style="list-style-type: none"> Tverrfall utenfor vegnormal / som ulykkesfaktor Horisontal kurvatur: Kurve «annen» og ulykkesfaktor Opp- eller nedoverbakke
Typer kjøretøy	<ul style="list-style-type: none"> Tunge kjøretøy Person- / varebil Ikke motorsykkel / moped 	<ul style="list-style-type: none"> Ikke fotgjenger/syklist Ikke motorsykkel / moped
Kjøretøy, ulykkes-/skadefaktor	<ul style="list-style-type: none"> Alle registrerte faktorer, unntatt vektforskjell^a 	<ul style="list-style-type: none"> Hjul / dekk Kritisk treffpunkt, vektforskjell, person- mot tungbil, karosserisikkerhet

^a Hjul/dekk, kritisk treffpunkt, person- mot tungbil, karosserisikkerhet, annen teknisk faktor, sikt i kjøretøy.

3 Vinterdriftsklassenes betydning

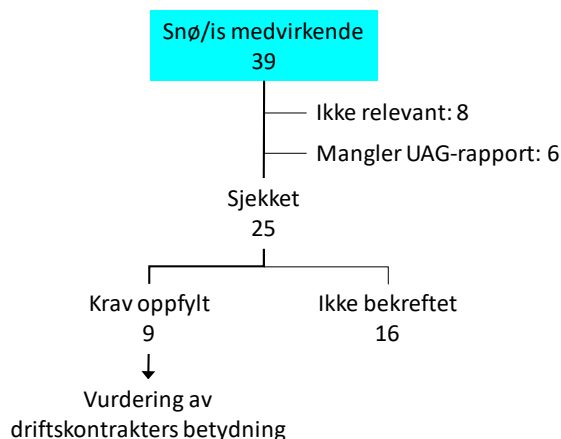
Formålet med analysene i dette kapitlet er å vurdere de følgende to spørsmål for ulykker hvor kravene i de aktuelle vinterdriftsklassene er oppfylt og hvor snø/is likevel var medvirkende faktor:

- Hvilke elementer ved vinterdriften er av betydning og hvordan påvirker de trafikksikkerheten?
- I hvilken grad ville en endring i den faktiske og teoretiske standarden påvirket ulykken?

Den faktiske standarden er de konkrete aktuelle føreforholdene. Den teoretiske standarden er minste-standard som er beskrevet i vinterdriftsklassene. Denne omfatter både føreforhold og friksjon, samt krav til vinterdriften som syklustider og metodevalg.

For å kunne vurdere mulige virkninger av endringer i kravene, er analysene kun basert på ulykker hvor kravene i den aktuelle vinterdriftsklassen er oppfylt og hvor verken rus eller annen klart ulovlig og risikabel atferd var medvirkende. I ulykker hvor kravene ikke er oppfylt, ville det ikke vært mulig å vurdere hvorvidt det hadde vært tilstrekkelig om kravene hadde vært oppfylt eller om kravene i tillegg hadde måttet være strengere. I rusrelaterte ulykker vil det være vanskelig å vurdere betydningen av vinterdriftsrelaterte faktorer i forhold til rusen.

Ulykker hvor kravene til vinterdriften var oppfylt, har vi identifisert i en manuell gjennomgang av alle tilgjengelige UAG-rapportene for ulykker i 2017-2020 hvor snø/is var medvirkende faktor (39 ulykker). Figur 3.1 viser antall ulykker i hvert trinn av utvelgelsesprosessen.



Figur 3.1: Antall ulykker i hvert trinn av utvelgelsesprosessen for å identifisere ulykker hvor driftskontraktens betydning skal vurderes.

Av de 39 ulykkene hvor snø/is har vært medvirkende faktor, forelå ingen UAG-rapport for seks ulykker. Åtte ulykker er vurdert som ikke relevante; dette er:

- Fire ulykker på kommunal veg, privat veg eller gang- og sykkelveg
- Tre ulykker hvor rus eller annen klart ulovlig og risikofylt atferd har vært medvirkende
- En ulykke med uklart forløp hvor det ikke er mulig å vurdere betydningen av driftsrelaterte forhold.

For de resterende 25 ulykkene har vi gått gjennom UAG-rapportene, samt sjekket værinformasjon og driftsdata for de ulykkene hvor dette var relevant og hvor informasjonen var tilgjengelig, for å vurdere hvorvidt vinterdriftskravene var oppfylt. Blant disse 25 ulykkene var det:

- Ni ulykker hvor kravene trolig var oppfylt
- 16 ulykker hvor det ikke var mulig å bekrefte at kravene var oppfylt.

De ni ulykkene hvor kravene i vinterdriftsklassen trolig var oppfylt, er grunnlaget for vurderingene som er beskrevet i neste avsnitt. I to av disse ulykkene var også den aktuelle driftskontrakten oppfylt ifølge UAG-rapporten; i de øvrige ulykkene har vi ikke informasjon om de aktuelle driftskontraktene.

3.1 Utvalg av ulykker for videre analyse

3.1.1 Generelle trekk ved ulykkene og sammenligning med andre ulykker med snø/is som medvirkende faktor

De fleste av de ni ulykkene hvor kravene i vinterdriftsklassen trolig var oppfylt, er møteulykker og skjedde på tofeltsveger i spredtbygd strøk med vinterdriftsklasse DkC.

Tabell 3.1 viser en oversikt over ulykkene hvor kravene i vinterdriftsklassen trolig var oppfylt og sammenligner disse med de 22 ulykkene hvor oppfylt kontrakt ikke kunne bekreftes (16 ulykker) eller hvor UAG-rapporten ikke var tilgjengelig (seks ulykker).

Blant ulykkene hvor kravene var oppfylt, har alle eller nesten alle følgende fellestrekk:

- Møteulykker med personbil som utløsende enhet og et tungt kjøretøy som motpart
- Kurve på tofeltsveg i spredtbygd strøk med fartsgrense 80 km/t
- Vinterdriftsklasse DkC.

Gjennomsnittlig trafikkmengde var 1900 og tverrfallet var innenfor vegnormalen i ca. halvparten av ulykkene. Ulykkene ligner dermed i veldig stor grad typiske vinterulykker (jf. kapittel 2).

Ulykkene hvor kravene ikke var oppfylt, ligner i veldig stor grad ulykkene hvor kravene var oppfylt.

Ulykkene hvor det manglet informasjon for å vurdere hvorvidt kravene var oppfylt, har noen særtrekk, men det kan bero på tilfeldigheter. Disse ulykkene har ikke utelukkende vært møteulykker og noen flere av dem skjedde på etfelts-veger enn blant ulykkene hvor kravene var oppfylt / ikke oppfylt.

Tabell 3.1: Ulykker med snø/is som medvirkende faktor med trolig oppfylte vinterdriftskrav og ikke-bekreftede ulykker (hyppigste kategori innen hver gruppe/kolonne i fet skrift).

	Krav oppfylt (N = 9)	Ikke bekreftet (N = 22)
Ulykke	Møteulykke (9)	Møteulykke (18) Utforkjøring (2) Fotgjengerulykke (2)
	Personbil utløsende (8) Tungt kjt. utløsende (1)	Personbil utløsende (17) Tungt kjt. utløsende (5)
	Tungt kjt. innblandet (8)	Tungt kjt. innblandet (14; inkl. de fem utløsende)
Veg	Tofelts (9) Ettfelts (-)	Tofelts (16) Ettfelts (6)
	Spredtbygd strøk (9) 90 km/t (-) 80 km/t (8) 60 km/t (1)	Spredtbygd strøk (22) 90 km/t (2) 80 km/t (20) 60 km/t (-)
	Fv (5); Ev (4)	Fv (12); Rv (2); Ev (8)
	Tverrfall innenfor vegnormal (5) ÅDT 3000+ (-) ÅDT 2000-2999 (6) ÅDT 1000-1999 (1) ÅDT < 1000 (2) (Gjsn. ÅDT: 1891)	Tverrfall innenfor vegnormal (13) ÅDT 3000+ (1) ÅDT 2000-2999 (9) ÅDT 1000-1999 (7) ÅDT < 1000 (5) (Gjsn. ÅDT: 1846)
	Kurve (8) Kryss på rett str. (1)	Kurve (20) Rett strekning (2)
	Vinterdrifts-klasse DkB (-) DkC (8) DkE (1)	DkB (4) (informasjon mangler for seks ulykker) DkC (10) DkD (2)
	Temperatur Rundt null (5) Kaldt (3) Plussgrader (1)	Rundt null (20) Kaldt (1) Plussgrader (1)

3.1.2 Vær- og føreforholdene i ulykkene hvor kravene til vinterdriften var oppfylt

I de fleste ulykkene (over halvparten) var temperaturen rundt null, det var slapsetføre, og det hadde vært nedbør i de siste timene før ulykken.

Temperaturen var rundt null i fem av ulykkene, det var kaldt (under 4 minusgrader) i tre av ulykkene og minst tre plussgrader i en ulykke.

Føreforholdene var i de fleste ulykkene slapsete (fem ulykker), delvis med fast snø og is under laget med slaps. I tre ulykker var vegen helt eller delvis dekket av snø/is. En av ulykkene skjedde på underkjølt regn. I ulykkene med kalde temperaturer var det i hovedsak fast snø/isdekke, i ett tilfelle med noe nysnø og i et annet tilfelle med noe gammelt snøslaps.

I syv av de ni ulykkene var det **nedbør** i de siste timene før ulykken, i noen tilfeller også på ulykkestidspunktet. Siden temperaturene for det meste var rundt null, kom nedbøren ofte som våt snø. I to av ulykkene i kalde temperaturer var det ingen nedbør, verken på ulykkestidspunktet eller i timene før ulykken.

3.2 Betydning av vinterdrift

3.2.1 Forhold som bidro til ulykkene

I alle ulykkene har farten vært for høy i forhold til friksjonsforholdene.

I åtte av de ni ulykkene hvor kravene til vinterdriften var oppfylt, skjedde ulykkene som følge av at en bil mistet kontroll i en kurve. Én ulykke skjedde som følge av at en bil ikke klarte å bremse på en rett strekning og deretter kom over i motgående kjørefelt. Det betyr at friksjonen i alle ulykkene var for lav i forhold til farten til kjøretøyet som var utløsende enhet. Ingen av de innblandede kjøretøyene hadde kjørt over fartsgrensen.

Kravene til friksjon og føreforhold gjaldt i to av ulykkene som skjedde utenom værhendelse. I de øvrige syv ulykkene gjaldt ikke kravene til friksjon og føreforhold på grunn av de aktuelle værforholdene (nedbør, værhendelse). I disse ulykkene var syklustidene for gjennomføringen av vinterdriften gjeldende (se neste avsnitt). Vi har likevel for alle ulykkene forsøkt å vurdere hvorvidt friksjonen hadde vært innenfor kravene, dersom friksjonskravene hadde vært gjeldende. Ut fra den tilgjengelige informasjonen² var friksjonen:

- For lav i tre ulykker, dvs. under kravene i vinterdriftsklassen (som ikke var gjeldende i disse ulykkene)
- Lav i tre ulykker hvor det ikke var mulig å vurdere hvorvidt den lå over eller under kravene i vinterdriftsklassen, men hvor føret ble betegnet som «glatt» (friksjonskravene var ikke gjeldende)
- Trolig over kravene i vinterdriftsklassen i tre ulykker, derav de to ulykkene hvor friksjonskravene var gjeldende.

Føreforholdene var som beskrevet i avsnitt 3.1.2: Snøslaps med ulike mengder fast is/snø (fem ulykker), fast snø- og isdekke (tre ulykker) og underkjølt regn (én ulykke).

3.2.2 Utført vinterdrift: Syklustider

I de fleste ulykkene har det vært nedbør («værhendelser») før ulykken, slik at krav til syklustid gjaldt.

Kravene til friksjon og føreforhold i de aktuelle vinterdriftsklassene var i syv av ulykkene ikke gjeldende på grunn av nedbør («værhendelse»). Dette følger av kravene i vinterdriftsklassene: Ved værhendelser gjelder ikke kravene til friksjon og godkjente føreforhold; istedenfor gjelder syklustider for brøyting og strøing, samt tidskrav for gjenoppretting av godkjente føreforhold når værhendelsen er over. Kravene til friksjon og føreforhold gjelder kun når man har en stabil værperiode.

Syklustider innebærer at brøyting og/eller strøing må skje innenfor de gitte tidsfristene fra det tidspunktet hvor vær- og føreforholdene er slik at kravet blir gjeldende. En syklustid for brøyting på for eksempel tre timer betyr at det må brøytes (i hver kjøretretning og i hele brøytearealet) innen tre timer etter at kravet oppsto og videre senest hver tredje time til kravet opphører.

Ulykker med gjeldende syklustid: I de syv ulykkene hvor syklustiden var gjeldende, har det blitt brøytet og/eller saltet enten før ulykken og innenfor syklustiden, eller så var brøytebilen på veg til ulykkesstedet og hadde vært der innenfor syklustiden. Tiden som hadde gått siden siste brøyting/salting på ulykkestidspunkter, var:

² Friksjonen var i de aller fleste ulykkene ukjent fordi det sjelden blir gjennomført friksjonsmålinger rett før eller rett etter ulykken. Når friksjonen er målt senere, kan den ha endret seg etter ulykken, især når det er nedbør.

- Brøytebil på veg (væromslag kort tid før ulykken, trolig under en halvtime): En ulykke
- 0,5 – 1,0 timer: Én ulykke
- 1,0 – 1,5 timer: To ulykker
- 1,5 – 2,0 timer: To ulykker
- 2,5 – 3,0 timer: Én ulykke

I alle disse ulykkene (unntatt den hvor brøytebilen var på veg), ble det brøytet mens det snødde, og i de fleste tilfellene snødde det fram til ulykkestidspunktet.

Temperaturen var i seks av de syv ulykkene rundt eller noe over null; kun i en av ulykkene var det under 4 minusgrader.

Ulykker med gjeldende føre- og friksjonskrav: I de to ulykkene hvor føre- og friksjonskravene var gjeldende, var det ikke brøytet eller strødd da det ikke har vært noe nedbør i de siste timene før ulykken. Begge ulykkene skjedde i kaldt vær. Salting var ikke tillatt, i den ene ulykken var temperaturen for lav og i den andre på grunn av generelle metodekrav i vinterdriftsklassen (DkE). Friksjonen og føreforholdene i disse ulykkene var trolig over kravene i de aktuelle vinterdriftsklassene.

3.2.3 Utført vinterdrift: Strøing (salting eller sanding)

I fire ulykker ble det strødd før ulykken; i de tilfellene hvor det ikke ble strødd var det enten ikke nedbør, eller så var strøing ikke tillatt eller hensiktsmessig på grunn av værforholdene.

Blant de syv ulykkene hvor det hadde blitt brøytet og/eller saltet før ulykken (se avsnitt over), var det til sammen fire ulykker hvor det ble strødd innenfor syklustiden.

I to av disse ulykker var salting tillatt med tanke på værforholdene. I én av disse har det vært saltet; i den andre ulykken var saltbilen på veg og ankom ulykkesstedet kort tid etter ulykken.

I de to andre ulykkene hvor det ble strødd, var salting under de aktuelle forholdene normalt ikke tillatt. I den ene ulykken mangler informasjon om strømetoden, i den andre ble det saltet fordi værmeldingen hadde vært slik at man vurderte dette som nødvendig. Salt som preventiv metode var trolig tillatt i begge tilfellene.

I de resterende fem ulykkene ble det ikke strødd før ulykken. I to av disse var det ikke nedbør de siste timene før ulykken (dette er de to ulykkene med gjeldende føre- og friksjonskrav, se avsnitt over). I de øvrige tre ulykkene ble det brøytet, men ikke strødd, innenfor syklustiden. Her hadde salting ikke vært tillatt, enten på grunn av nedbør eller på grunn av for lave temperaturer.

3.3 Potensielle virkninger av endret faktisk og teoretisk standard

For alle ni ulykkene hvor vinterdriftskravene var oppfylt, har vi vurdert hvordan endringer i den faktiske og teoretiske standarden kunne ha bidratt til å unngå føreforholdene som bidro til ulykkene. Den faktiske standarden er de forholdene som faktisk var på vegen. Disse er beskrevet i avsnitt 3.1.

Med **teoretisk standard** menes her den standarden som er beskrevet i vinterdriftsklassene som bl.a. godkjente føre- og friksjonsforhold, tidspunkt for driften, driftsmetoder mv. Vi har forsøkt å finne svar på to spørsmål:

- (1) Hva ved vinterdriften kunne ha vært gjort annerledes for å unngå de forholdene som bidro til ulykkene?
- (2) Hvordan måtte kravene i vinterdriftsklassene vært endret for å sikre at nødvendige tiltak hadde vært gjennomført på riktig tidspunkt?

Som mulige svar på de to spørsmålene har vi i utgangspunktet tatt med alt som teoretisk kunne ha bidratt til å unngå føreforholdene som bidro til ulykkene, men vi har også diskutert hvor realistiske de ulike mulighetene er. For eksempel kan man komme fram til at salting innen 10 minutter hadde vært nødvendig, men da vil man i neste trinn legge til at dette ikke er realistisk som krav i vinterdriftsklasser eller -kontrakter.

Alle vurderingene som er beskrevet i dette avsnittet, er basert på teoretiske vurderinger av den informasjonen som var tilgjengelig om ulykkene. Vurderingene er gjort som beskrevet i neste avsnitt. Resultatene kan ikke tolkes slik at det ved konkrete ulykker har vært fravik fra retningslinjer eller kontraktsbrudd, eller at noen av ulykkene kunne ha vært forhindrede hvis vinterdriften hadde vært utført på en annen måte.

3.3.1 Informasjonskilder og fremgangsmåte

Svarene på de to spørsmålene om hva som kunne ha forhindrede forholdene som bidro til ulykkene, er basert på teoretiske og skjønsmessige vurderinger av informasjonen som er tilgjengelig i UAG-rapportene samt informasjon om utført drift og vær:

- Driftsdata med detaljert informasjon om driftsbilenes ferd forbi ulykkesstedet i de siste to døgn før ulykkestidspunktet, samt informasjon om utført brøyting og strøing, var tilgjengelig for syv av ulykkene, i de andre to ulykkene var det mulig å vurdere driften ut fra informasjonen i UAG-rapporten
- Værdata med detaljert informasjon om luft- og vegbanetemperatur og nedbør var tilgjengelig for seks av ulykkene, i de andre tre ulykkene var det mulig å vurdere vær- og føreforholdene ut fra informasjonen i UAG-rapporten.

Vurderingene er gjort i flere trinn:

- Forarbeider med innsamling av drifts- og værdata og sammenstilling av relevant informasjon
- Møter mellom TØI og Statens vegvesens prosjektgruppe med diskusjon av de enkelte ulykkene
- Gjennomgang av de enkelte ulykkene i intervjuer med eksterne eksperter.

I de følgende avsnittene oppsummerer vi for ulike vinterdriftsrelaterte tiltak hvordan disse kan ha påvirket ulykkene. Vi illustrerer resultater med korte beskrivelser av enkelte aspekter ved de enkelte ulykkene.

3.3.2 Syklustider og brøyteroder

Kortere syklustider og dermed hyppigere eller raskere vinterdriftsinnsats, kunne i de fleste ulykkene, rent teoretisk, ha ført til bedre føreforhold.

I syv av de ni ulykkene var **syklustidene** gjeldende istedenfor kravene til føre- og friksjonsforhold, på grunn av aktuelle værhendelser. I alle syv ulykkene var syklustidene oppfylt. I seks av disse ulykkene, ble det brøytet i pågående snøvær før ulykken og det fortsatte å snø også etter brøytingen, i de fleste tilfellene fram til ulykkestidspunktet. I den syvende ulykken var driftsbilen på veg for å salte på ulykkesstedet.

I disse syv ulykkene kunne hyppigere innsats trolig ha forbedret forholdene på ulykkestidspunktet. I de fleste ulykkene hadde det imidlertid ikke gått mer enn 1,5 eller 2,0 timer mellom siste driftsinnsats og ulykken (se avsnitt 3.2) og kortere driftsintervaller hadde derfor neppe vært realistiske ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv. Det er heller ikke sikkert at kortere syklustider og hyppigere innsats faktisk hadde forbedret forholdene i disse ulykkene i den grad at ulykkene kunne ha vært unngått.

Likevel viser disse ulykkene at syklustidene er blant de mest relevante og konkrete faktorene som påvirker føreforholdene. Selv om virkningen i enkelttilfeller alltid vil være usikker, vil kortere syklustider alltid føre til at de vanskeligste forholdene vil ha kortere varighet og dermed at forholdene i gjennomsnitt vil være bedre enn med lengre syklustider.

Brøyterodene henger tett sammen med syklustidene: Kortere syklustider forutsetter kortere brøyteroder for å gjøre det mulig for driftsbilene å rekke over hele roden innenfor syklustiden. Alternativt må entreprenøren kunne benytte flere driftsbiler samtidig på samme rode.

I en ulykke er det kommentert i UAG-rapporten at man bør vurdere overlappende brøyteroder. Dette fordi ulykkesstedet ligger i enden av én brøyterode, samtidig som det er definert (eller bør være definert) som er utsatt punkt.

I ett av intervjuene ble det også kommentert at brøyteroder ofte er for lange og at det derfor i praksis ofte tar (for) lang tid å rekke over hele roden. Kortere roder hadde også gjort det enklere å gjøre forsterket innsats på utsatte strekninger og punkter.

3.3.3 Driftsmetode: Brøyting, høvling, slapseskjær

I fem ulykker kunne økt innsats i form av brøyting, høvling eller bruk av slapseskjær muligens ha forbedret forholdene.

Det er fem ulykker hvor økt innsats i form av brøyting, høvling eller bruk av slapseskjær muligens kunne ha forbedret forholdene. Disse er kort beskrevet nedenfor.

I tre av ulykkene kunne dette ha vært gjort ved siste passering av driftsbilen forbi ulykkesstedet. I to av disse ble det brøytet og i den tredje ble det kun gjort friksjonsmålinger. I den fjerde ulykken har det ikke vært noe driftsinnsats det siste døgnet før ulykken på grunn av uendrete værforhold (stabilt kaldt og opphold), men siden isen på vegen trolig var noe sporete, kunne høvling muligens ha forbedret forholdene. I den femte ulykken ble det saltet, men ikke brøytet.

Slapseskjær er vanlig i kontrakter for driftsklassene DkA og DkB. Det skal imidlertid ikke brukes på snø/is da det kan polere overflaten slik at den blir veldig glatt. Derfor er det vanskelig å konkludere i disse ulykkene hvorvidt slapseskjær faktisk kunne ha forbedret forholdene.

Det er også vanskelig å konkretisere krav til brøyting, høvling mv. da det, som disse ulykkene viser, er vanskelige avveininger mellom ulike metoder som avhenger av konkrete lokale veg- og værforhold.

I ulykke [01] var vegen dekket av snøslaps og det er vurdert at slapseskjær kanskje kunne ha bedret føreforholdene, ev. i kombinasjon med salting ved siste drift før ulykken (da ble det brøytet, men ikke saltet; tre timer før ulykken ble det brøytet og saltet). Her var det neppe fare for at vegen kunne ha blitt glattere («polert»).



DkC

Ulykke [04] skjedde på en blanding av snø, is og slaps. Det ble brøytet ca. 1,5 timer før ulykken og driftsbilen passerte ulykkesstedet en gang til ca. 1 time før ulykken, men målte da kun friksjonen. Det er mulig at forholdene hadde vært bedre dersom det også hadde vært brøytet ved siste passering da det trolig snødde på det tidspunktet, men det er ukjent hvorfor det ikke ble brøytet ved siste passering.



DkC

I ulykke [09] var vegen dekket av et tynt lag med noe sporete is og snøslaps. Vegen hadde måtte høvles for å gjenopprette godkjente føreforhold, men dette kravet var ikke trådt i kraft ennå. DkC Ulykken er vanskelig å vurdere.



Det ble saltet (saltløsning) og brøytet ca. tre timer før ulykken. Saltingen var innenfor, men brøytingen var utenfor syklustiden. Saltløsning kan, i kombinasjon med brøytingen, ha gjort vegen glattere. Tørr salt kunne ha forbedret forholdene, mens en runde til med brøyting ikke nødvendigvis hadde gjort det. Derfor er kravene her regnet som oppfylt. På den andre siden kunne høvling (istedenfor brøyting) ha forbedret forholdene. DkC

Ulykke [13] skjedde på et hardt snø- og isdekke. Det ble høvlet og strødd med fastsand ca. ett døgn før ulykken.



Siden isen på ulykkestidspunktet var litt sporete, er det mulig at høvling mellom siste drift og ulykken kunne ha forbedret forholdene og redusert risikoen for at et kjøretøy kan komme over i motgående kjørefelt. På den andre siden kunne høvling ha redusert friksjonen da den hadde fjernet sanden. DkE

Ulykke [26] skjedde da vegen var dekket av snø, is og vått og salt snøslaps. De siste ca. to timene før ulykken ble det både brøytet og saltet, men det mangler detaljert informasjon om utført drift. Både en annen saltmetode og sand kunne muligens ha forbedret forholdene. DkC



I tillegg er det mulig at slapseskjær kunne ha vært brukt til å fjerne snøslapset, forutsatt dette ikke hadde gjort vegen enda glattere.

Bildet er trolig tatt etter at det ble brøytet/saltet ca. 2 timer etter ulykken.

3.3.4 Driftsmetode: Salt

Saltbruken har vært relevant i syv av de ni ulykkene. Det mest relevante ved saltbruken er at denne må være tilpasset de aktuelle forholdene.

I syv av de ni ulykkene kunne endringer i bruken av salt teoretisk ha forbedret forholdene:

- Salting til tross for snøvær
- Tørr salt istedenfor saltløsning
- Salt til gjenoppretting av bar veg
- Preventiv salting.

I tillegg var det en ulykke hvor både mer og mindre salt muligens kunne ha forbedret forholdene. Alle vurderingene er imidlertid meget usikre.

I de to ulykkene hvor salting ikke er kommentert, var det temperaturer på godt under fem minusgrader og salt var verken tillatt som metode eller aktuelt å bruke.

Salting i snøvær

Saltinstruksen og kravene i Standard for drift og vedlikehold (R610) spesifiserer en rekke forhold hvor salt ikke skal brukes; bl.a. skal salt som hovedregel ikke benyttes under snøvær i de lavere vinterdrifts-klassene.

I tre ulykker er det imidlertid mulig at salting hadde forbedret forholdene, til tross for snøvær. Disse er beskrevet kort nedenfor. I alle tre ulykkene var temperaturen rundt null og det ble brøytet mellom en og to timer for ulykken, men på grunn av snøværet uten at det samtidig ble saltet. Den mest aktuelle saltmetoden hadde i alle tre tilfellene vært tørr salt.

Disse ulykkene tyder på at salting under snøvær under spesielle forhold, eksempelvis overgang til mildere vær, muligens kan forbedre forholdene. Da er det imidlertid viktig å ta hensyn til at salting i snøvær også kan virke mot sin hensikt og skape mer slaps.

I ulykke [01] var temperaturen rundt null, vegen var dekket av snøslaps og friksjonen var trolig under minstekravet. Det ble saltet og brøytet ca. tre timer før ulykken. Da var et pågående snøvær i ferd med å gi seg og vi antar derfor at saltingen ikke var i strid med saltinstruksen. Etter dette kom det mer snø og det ble brøytet en gang til før ulykken, men da ikke i kombinasjon med salting på grunn av snøværet.

Det er mulig at salting i tillegg til brøyting ved siste passering kunne ha forbedret forholdene, til tross for snøværet. Dette kommer imidlertid an på hvor mye det snødde og på saltmetoden.



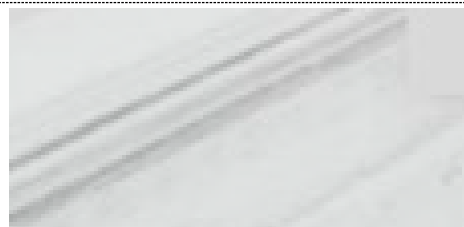
DkC

Også i ulykke [04] var temperaturen rundt null og det ble brøytet ca. 1,5 timer før ulykken. Det ble ikke saltet, trolig på grunn av snøvær (mangler detaljert værinformasjon). Også her er det mulig at salting (tørrsalt til antikompaktering³) kunne ha forbedret forholdene i kombinasjon med brøytingen.



DkC

I ulykke [36] var det snøvær både før ulykken og på ulykestidspunktet. Lufttemperaturen var rundt null, vegbanetemperaturen var på 6-10 minusgrader. Det ble brøytet ca. 1 time før ulykken, men ikke saltet på grunn av snøværet. Salting i tillegg til brøyting (tørr salt til antikompaktering) kunne muligens ha forbedret forholdene, men dette er usikkert pga. den lave vegbanetemperaturen.



DkC

Tørr salt istedenfor saltløsning

I to ulykker har det vært saltet med saltløsning (antakelig i den ene, dokumentert i den andre) før ulykken og i begge ulykkene kan dette ha gjort forholdene verre enn om det hadde blitt benyttet tørt eller befuktet salt.

At saltløsning under visse forhold ikke skal brukes, er allerede spesifisert i saltinstruksen som finnes som vedlegg til driftskontraktene.

³ Antikompaktering: Hindre kompaktering av snø og dermed gjøre det lettere å fjerne snø ved brøyting.

Ulykke [01] er beskrevet i avsnitt over (Salting i snøvær). Her mangler informasjon om den første saltingen, men dersom det er brukt saltløsning, kan saltet enten ha hatt liten effekt da det ble utvannet, eller det kan ha gjort vegen glattere.



DkC

I ulykke [09] var det plussgrader, også her ble det saltet og brøytet ca. tre timer før ulykken, men det snødde mens det ble saltet, noe som ikke er anbefalt ifølge saltinstruksen for denne driftsklassen. I tillegg var vegen dekket av et tynt lag med is og noe snøslaps. Her kan kombinasjonen av saltløsning og brøyting ha gjort vegen glattere enn den hadde vært ved bruk av andre metoder.



DkC

Salt til gjenoppretting av bar veg

I en ulykke hvor vegen var dekket av snø, is og slaps, kunne salt muligens ha blitt brukt mer hensiktsmessig, men siden det mangler detaljert informasjon om utført drift er dette vanskelig å vurdere. Det er også vanskelig å vurdere hvordan dette kunne ha vært spesifisert i krav til vinterdriften.

Ulykke [26] skjedde i kaldt oppholdsvær og det var ca. åtte timer siden siste nedbør (snø). De siste ca. to timene før ulykken ble det både brøytet og saltet. På ulykkestidspunktet var vegen dekket av snø, is og snøslaps. Det mangler detaljert informasjon om utført drift, men forholdene hadde trolig vært bedre hvis man hadde brukt mer salt, i kombinasjon med brøyting, for å gjenopprette bar veg. Dersom man bruker salt på en kald snø-/issåle, da tar det tid til salt virker og det kan først bli glattere istedenfor mindre glatt; det er imidlertid usikkert om det er dette som har skjedd her.



DkC

Bildet er trolig tatt etter at det ble brøytet/saltet ca. 2 timer etter ulykken.

Motstridende effekter av salting

I en ulykke hvor det ble saltet to ganger i løpet av de siste tre timene før ulykken, finnes motstridende vurderinger av saltbruken.

Saltingen kan ha gjort vegen *glattere* enn den ellers hadde vært. Dette gjelder dersom saltingen førte til at vegen var dekket av snøslaps, mens den hadde vært dekket av snø uten salt. Dette fordi snøslaps som regel er glattere enn rent snøføre.

På den andre siden hadde det muligens vært bedre forhold hvis det hadde blitt saltet *mer*, dvs. hvis det også hadde vært saltet da driftsbilen passerte ulykkesstedet for tredje gang i de siste tre timene før ulykken. Dette gjelder dersom saltet kunne ha smeltet mer av slapsen slik at vegen i hovedsak hadde vært våt.

Hvilken av de to tolkningene som er riktig, er ikke mulig å vurdere i ettertid. Likevel illustrerer ulykken den problemstillingen at salt kan påvirke føreforholdene på svært ulike måter, avhengig av konkrete aktuelle og lokale forhold. Det kan gjøre det vanskelig å definere konkrete krav til bruk av salt.

I denne ulykken [24] var driftsbilen på ulykkesstedet tre ganger i løpet av de siste tre timene før ulykken: 1. gang ble det saltet, 2. gang ble det saltet og brøytet, 3. gang ble det kun brøytet.

Temperaturen var rundt null og det var bygevær med sludd, men det hadde vært meldt regnvær.

Kommentar til bildet: På ulykkestidspunktet var det mer slaps enn på bildet, bildet er tatt noen timer etter ulykken.



DkC

Preventiv salting

I to ulykker var vegen glatt som følge av nedbør som kom kort tid før ulykken. I begge ulykkene kunne preventiv salting muligens ha forbedret forholdene. Dette avhenger imidlertid av en rekke faktorer. For det første må man forutsette at værendringen var varslet, slik at det var mulig å vurdere risikoen for at det ble glatt; det er imidlertid ukjent hvorvidt det har vært varslet. Ved underkjølt regn er det generelt vanskelig da det kan være et veldig lokalt fenomen. For det andre må man forutsette at preventiv salting faktisk hadde forbedret forholdene. Også dette er usikkert, især i ulykken med underkjølt regn. Kommer det mye eller langvarig regn, kan dette skylle saltet bort fra vegen slik at det har liten eller ingen effekt.

Krav til preventiv salting er definert i Standarden for drift og vedlikehold (håndbok R610). Både i DkC og DkE skal preventiv strøing startes «ved forventet friksjon lavere enn krav til godkjent føreforhold» og «... tidsnok til at strøingen kan avsluttes og gi effekt i forhold til forventet værhendelse». Dersom dette hadde vært praktisk mulig i disse to ulykkene, måtte kravene i vinterdriftsklassen derfor anses som ikke oppfylt. På grunn av usikkerheten rundt hvorvidt det faktisk var praktisk mulig, har vi likevel behandlet ulykkene som «krav oppfylt».

Disse to ulykkene viser at det ofte er et avveinings spørsmål ved bruk av salt: Salter man tidlig og mye, reduserer man risikoen for at vegen blir glatt, men man risikerer å bruke mer enn det som strengt tatt er nødvendig. Salter man lite eller sent (dvs. venter til at det faktisk blir glatt), risikerer man både at vegen blir glatt, og at man totalt sett må bruke mer salt, fordi det er mer krevende å gjenopprette gode forhold enn å forebygge at det blir glatt.

I ulykke [04] det ble brøytet ca. 1,5 timer før ulykken. Det ble ikke saltet, verken ved den siste brøytingen eller tidligere. Her mangler detaljert værinformasjon, men det snødde en time før ulykken, noe som trolig er forklaringen på at det ikke ble saltet. Hvor lenge og hvor mye det snødde, er ukjent.



DkC

I ulykken [35] var det underkjølt regn. Det var opphold og bar veg med minusgrader i vegbanen fram til kort tid før ulykken. Ca. 15 minutter før ulykken kom det regn som frøs til ekstremt glatt is på vegen. For å unngå at det ble glatt, hadde det trolig vært nødvendig med salting i to omganger, både før/under regnværet og rett etterpå.



DkC

3.3.4.1 Driftsmetode: Sanding og fastsand

Bruk av sand kunne i tre til fire ulykker muligens ha forbedret forholdene.

I tre ulykker er det vurdert at sand muligens kunne ha ført til bedre føreforhold enn saltet som ble brukt. To av disse skjedde i kalde temperaturer (under -4), ved den tredje var det rundt null men minusgrader i vegbanen.

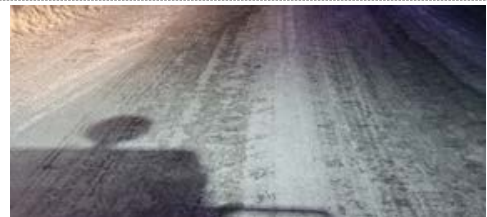
I en fjerde ulykke er det brukt fastsand før ulykken og selv om kravene i den aktuelle vinterdriftsklassen er oppfylt, er det spekulert i om forholdene muligens kunne ha vært enda bedre hvis metoden hadde vært brukt mer hensiktsmessig. Det er imidlertid ikke noe konkret som tilsier at metoden ikke ble brukt etter hensikten.

Fastsand kan i dag benyttes, både i driftsklasse DkC og DkE, og det kan være en effektiv metode under spesifikke forutsetninger som bl.a. at det er relativt stabilt kaldt vær og fast snø- og isdekke. Ved vekslende forhold eller mye nedbør er det ikke egnet. I ett av intervjuene kom det fram at legging av fastsand kan være utfordrende da feil ved innstillingene kan føre til dårlige resultater som for eksempel at sanden blir dekket av en ishinne, noe som kan gjøre vegen glattere enn den hadde vært uten fastsand.

Dersom man tar hensyn til de aktuelle lokale forutsetningene, kan det tenkes at konkrete krav til bruk av fastsand i noen tilfeller kan forbedre forholdene.

Ulykke [13] skjedde i stabilt kaldt oppholdsvær (-14 grader) og det har ikke vært nedbør siste døgn før ulykken, dvs. at syklustidene ikke var gjeldende. Her har det blitt høvlet og strødd med fastsand ca. ett døgn før ulykken og friksjonen var trolig over kravene i driftsklassen.

Her er det uklart hvorvidt fastsandmetoden ble brukt etter hensikten eller om det hadde gått for lang tid etter siste drift. Det er likevel teoretisk mulig at man kunne ha oppnådd enda bedre forhold med fastsand.



DkE

Ulykke [15] skjedde i kaldt (ca. -8 grader) oppholdsvær, men det var snøvær i timene før ulykken (ukjent hvor mye og hvor lenge). Omtrent 1,5 timer før ulykken ble det brøytet. Trolig snødde det fortsatt da det ble brøytet. Vanlig tørr sanding ville trolig ha bedret friksjonene og forholdene.



DkC

Ulykke [26] skjedde i kaldt (ca. -5 grader) oppholdsvær og det var ca. åtte timer siden siste nedbør (snø), dvs. at syklustidene ikke var gjeldende. De siste ca. to timene før ulykken ble det både brøytet og saltet. På ulykkestidspunktet var vegen dekket av snø, is og vått og salt snøslaps.

Strøing med sand istedenfor salt kunne muligens ha gitt bedre forhold da man hadde unngått store mengder med snøslaps.



DkC

Bildet er trolig tatt etter at det ble brøytet/saltet ca. 2 timer etter ulykken.

I ulykke [36] var det snøvær både før ulykken og på ulykkestidspunktet. Lufttemperaturen var rundt null, vegbanetemperaturen var på 6-10 minusgrader. Det ble brøytet ca. 1 time før ulykken, men ikke saltet på grunn av snøværet. Her er det vurdert at tørr salt til antikomprimering muligens kunne ha forbedret forholdene. Også sandstrøing kunne muligens ha forbedret forholdene, men dette er mer usikkert og forutsetter bl.a. at det ikke snødde for mye.



DkC

3.3.5 Utsatte strekninger

Fire ulykker skjedde på strekninger som kunne eller burde ha vært definert som utsatte strekninger.

For fire av de ni ulykkene er det kommentarer i UAG-rapportene om at man ev. burde vurdere å definere ulykkesstedene som spesielt utsatte strekninger på grunn av spesielle lokale forhold. Dette ville innebære at det på disse strekningene ville gjelde strengere krav til friksjonsforholdene og/eller kortere syklustider (Statens vegvesen, 2014, håndbok R610). Det er imidlertid ikke spesifisert i UAG-rapportene hva ved kravene som ev. burde ha vært strengere eller hva som kunne ha vært gjort for å oppfylle de strengere kravene.

Prinsipielt kunne strengere krav være rettet mot alle faktorene som er diskutert i avsnittene over. Alternativt kunne man vurdere andre tiltak, som er diskutert i neste avsnitt.

I ett av intervjuene kom det fram at utsatte strekninger noen ganger i for liten grad er regulert i kontraktene mellom hoved- og underentreprenør.

For å kunne følge opp utsatte strekninger vil det ofte være nødvendig å ta i bruk kunnskap om spesifikke lokale forhold, samt å ha fleksibilitet til å gjøre tidlig innsats på kort varsel. I intervjuene kom det fram at det her ofte er en motsetning mellom den fleksibiliteten som kreves, og kravene i kontraktene, som forutsetter mer overordnet, langsiktig og sentral planlegging av innsatsen.

3.3.6 Alternative tiltak

Når det er vanskelig å opprettholde gode føreforhold på grunn av spesielle lokale forhold, kan andre tiltak som fartsgrenser og/eller variable skilt være et supplement til vinterdrift.

For de fleste ulykkene i gjennomgangen er det vanskelig eller umulig å definere konkrete og generelle krav som kunne ha unngått føreforholdene som bidro til ulykkene, hvis man ser bort fra kortere syklustider som i over halvparten av ulykkene kunne ha forbedret forholdene, men som også hadde vært vanskelig eller umulige å realisere i praksis.

I slike tilfeller kan man tenke seg at andre tiltak enn vinterdrift kan brukes for å redusere risikoen. Det kan for eksempel være nedsatt fartsgrense, enten som vinterfartsgrense eller variable skilt som kan vise budskap som er tilpasset de aktuelle forholdene, dvs. nedsatt fartsgrense og/eller varsling av vanskelige kjøreforhold.

Dette gjelder spesielt de fire ulykkesstedene hvor som ifølge UAG bør være definert dem som spesielt utsatt punkt med forsterket vinterdrift (se avsnitt over) på grunn av spesielle lokale forhold.

3.3.7 Organisatoriske faktorer og driftskontrakter

Organiseringen av vinterdriften og utforming av driftskontrakter er relevante for hvordan vinterdriftsklassene påvirker den faktiske vinterdriften.

I intervjuene kom det også fram at forholdene ved vinterdrift som vi har diskutert over (utkalling, valg av tiltak, evt. ekstra tiltak på utsatte strekninger), påvirkes av organisatoriske faktorer og driftskontrakter. Dette handler om hvilke parter som er involvert i organiseringen av vinterdriften: vegeier, hovedentreprenør og underentreprenør, og hvordan forholdet mellom dem er regulert gjennom driftskontrakter.

Vinterdriften er gjerne organisert slik at vegeier har en kontrakt for et større område med en hovedentreprenør og så har denne hovedentreprenøren kontrakter med en eller flere underentreprenører, som utfører vinterdriften. Det finnes også flere tilfeller hvor vegeier har direkte kontrakter med de utførende entreprenørene. Denne modellen brukes av noen fylkeskommuner. Underentreprenørene som vi intervjuet, mente at underentreprenørene som regel drifter omtrent de samme vegstrekningene eller rodene over lengre tid, selv om hovedentreprenøren kan variere.

Det ble lagt vekt på at underentreprenørene, «det utførende leddet i vinterdriften», ofte kjenner områdene de drifter godt, fordi de ofte har hatt kontrakter i området lenge. De vet derfor gjerne hvilke områder og delstrekninger som er spesielt utsatte, under hvilke værforhold, og når det er viktig med preventive tiltak. Det ble nevnt eksempler på et kontraktsområde hvor det i vinterhalvåret kan være plussgrader og regn mange dager i strekk før det plutselig snur og blir kaldt. I slike perioder er det viktig å dra ut og salte preventivt før det klarner opp og blir kaldt, for da vil det danne seg en ishinne som både gjør vegen svært glatt og som det tar lang tid å fjerne igjen, særlig om det er lav ÅDT. Det ble også nevnt at underentreprenører med lang erfaring gjerne vet hvilke delstrekninger det evt. kan bli kaldt på først når det regner og hvor de bør salte ekstra mye. Dette er ofte delstrekninger i nærheten av vann eller andre steder hvor temperaturen er litt annerledes enn resten av vegen. Gitt underentreprenørens erfaring, lokalkunnskap og kompetanse, ble det sagt at det er viktig at underentreprenørene gis mulighet til å bruke sin kompetanse til å drive preventiv vinterdrift på den måten de mener er riktigst. De intervjuede nevnte at vinterdriftskontraktene stort sett ikke legger opp til at det utførende leddet i stor grad bruker eget skjønn, men at dette i noen tilfeller kan avtales.

I kontraktene mellom hoved- og underentreprenør varierer det imidlertid hvorvidt hovedentreprenøren styrer når og hvordan underentreprenøren utfører vinterdriften, eller om underentreprenøren bestemmer selv når han skal gjøre hva. Uten at vi kan gå nærmere inn på kontraktsutformingen, kan driftskontraktene også i stor grad påvirke både omfang av driftsinnsatsen og valg av metode (for eksempel saltmetode og saltmengde som brukes). Dette kan også gjelde hvilke metoder man skal bruke for å vurdere når det er nødvendig med preventive tiltak. I noen tilfeller blir underentreprenørene kalt ut når det allerede er glatt, og da tar det lenger tid å etablere bedre friksjonsforhold.

Vi diskuterte ulykkene med de intervjuede, for å få deres vurdering av hva ved vinterdriften som kunne vært gjort annerledes for å bedre føreforholdene som medvirket til ulykkene. Gjennomgangen av ulykkene viste at det i mange tilfeller er svært krevende eller umulig å vurdere på forhånd hvilke driftsmetoder på hvilket tidspunkt som vil gi best mulig resultat, samt at det ofte er lokalkunnskap som er avgjørende for å kunne planlegge driftsinnsatsen. Opplæring av driftspersonell kan tenkes å gjøre det enklere å tolke informasjon og gjøre riktige vurderinger.

Det kom også fram i intervjuene at det ofte er manglende eller feil tolkning av værinformasjon som er forklaringen i tilfeller hvor driftskontrakten ikke er oppfylt. Også for ambisiøse krav, som for eksempel brøyteroder som er for lange i forhold til syklustiden, kan bidra til at kontrakter ikke oppfylles.

De intervjuede la vekt på at vinterdrift i stor grad handler om å tolke informasjon og at dette ser ut til å ha vært spesielt utfordrende i de vinterulykkene som vi studerer. Driftsinnsatsen avhenger i stor grad av den tilgjengelige informasjonen og kunnskap om lokale forhold. Det ble også nevnt at samarbeidsforholdene mellom underentreprenør og hovedentreprenør er avgjørende for god kommunikasjon og informasjonsutveksling, at man får støtte for vurderinger og at man sammen kommer frem til gode løsninger. Gitt dette og betydningen av den lokale kunnskapen, ble det nevnt at vinterdriftskontraktene bør ha lengre varighet enn de har i dag, slik at man kan opprettholde lokalkunnskapen som det utførende leddet har.

På bakgrunn av dette, og på bakgrunn av gjennomgangen av de ni ulykkene som er beskrevet i avsnittene over, kan man trekke følgende generelle konklusjoner om vinterdriftsklasser og trafikksikkerhet:

- Det finnes mange «mellomledd» mellom kravene som er spesifisert i vinterdriftsklassene og den faktiske standarden på vegene, bl.a. driftskontraktene, valg av entreprenører, samarbeid mellom entreprenørene og hvilken informasjon som er tilgjengelig for planleggingen av driftsinnsatsen.
- Den konkrete driftsinnsatsen avhenger i stor grad av den tilgjengelige informasjonen og kunnskap om lokale forhold
- Det er mange situasjoner hvor det er praktisk talt umulig å definere generelle regler for når man bør gjøre hva, og det kan være situasjoner hvor man får best effekt av vinterdriften hvis man har mulighet for å avvike fra gitte overordnede regler.

3.4 Oppsummering: Hvordan påvirker vinterdrift og vinterdriftsklassene trafikksikkerheten?

3.4.1 Vinterdrift, teoretisk standard og trafikksikkerhet

I gjennomgangen av de ni ulykkene hvor kravene i de aktuelle vinterdriftsklassene trolig er oppfylt, har vi ut fra informasjon fra UAG-rapportene, drifts- og værdata vurdert, hvilke elementer ved vinterdriften som har vært av betydning og i hvilken grad endring i den faktiske og teoretiske standarden (dvs. vinterdriftsklassene) kunne ha påvirket ulykken.

Relevante elementer ved vinterdriften omfatter syklustider og driftsmetoder (salt, brøyting, høvling mv. og sandstrøing). I tillegg har vi vurdert betydningen av værinformasjon, hvordan spesielt utsatte strekninger kan behandles og alternative tiltak.

I oppsummeringen i dette avsnittet tar vi kun utgangspunkt i resultatene fra gjennomgangen av ulykkene. Generell kunnskap om trafikksikkerhetseffekter av vinterdrift er oppsummert av Høye (2023).

Resultatene som vi oppsummerer her, kan kun tolkes som indikasjoner på hvordan ulike faktorer ved vinterdriften teoretisk kan påvirke føreforholdene. De kan ikke tolkes slik at det ved konkrete ulykker har vært fravik fra regelverk eller kontraktsbrudd, eller at noen av ulykkene kunne ha vært forhindret hvis vinterdriften hadde vært utført på en annen måte.

Syklustider

Gjennomgangen av ulykkene viser at hyppigere innsats, og følgelig kortere syklustider, i syv av ni ulykker potensielt kunne ha bidratt til bedre føreforhold. Lengden på syklustider er også den faktoren som er mest konkret og enklest å kvantifisere. Selv om virkningen i enkelttilfeller alltid vil være usikker, vil kortere syklustider, og dermed hyppigere innsats, føre til at de vanskeligste forholdene vil ha kortere varighet og at forholdene i gjennomsnitt vil være bedre enn med lengre syklustider.

Man kan likevel ikke uten videre konkludere at kortere syklustider hadde vært et realistisk alternativ i disse ulykkene. I de fleste tilfellene hadde syklustiden måttet være så kort at de hadde vært vanskelige eller umulige og ekstremt dyre å praktisere. Syklustiden hadde måttet være under 1,5 timer, som er kravet i dagens DkA, i fire ulykker. I til sammen fem ulykker hadde den måttet være på under to timer som er kravet i dagens DkB. Begge driftsklassene vurderes i dag som helt uaktuelle på vegger med så lave trafikkmengder som på vegene hvor disse ulykkene skjedde.

Driftsmetoder

I de fleste ulykkene er det vurdert at endret bruk av driftsmetodene teoretisk kunne ha forbedret forholdene. Alle slike vurderinger er basert på den informasjonen vi hadde tilgjengelig, og de er usikre. I alle ulykkene kan det ha vært omstendigheter som påvirket metodevalget som vi ikke vet noe om, og som hadde endret våre vurderinger dersom vi hadde kjent til dem.

Driftsmetoder: Salt

Salt har flere ulike bruksområder i vinterdriften og kan påvirke føreforholdene og dermed trafikksikkerheten ved at det bl.a. kan smelte snø og is (de-ising), hindre tilfrysing på våt veg (anti-ising) og hindre kompaktering av snø og dermed gjøre det lettere å fjerne snø ved brøyting (anti-kompaktering). Salt kan imidlertid under spesifikke forutsetninger gjøre vegen glattere, for eksempel når man bruker saltløsning på et fast snø- eller isdekke.

I de fleste ulykkene i gjennomgangen er saltbruken vurdert som en relevant faktor ved vinterdriften, dvs. at enten mer, mindre eller annen bruk av salt teoretisk kunne ha forbedret forholdene. Kun i to ulykker hvor salt var verken tillatt eller aktuelt å bruke, er saltbruk ikke er vurdert som relevant. Dette viser at saltbruken er meget vanskelig å vurdere og i stor grad avhengig av aktuelle lokale forhold og at disse vurderes korrekt for å kunne tilpasse metodebruken. Derfor er det heller ikke mulig å trekke generelle konklusjoner om at enten mer eller mindre saltbruk vil kunne forbedre trafikksikkerheten. Derimot er det gjennomgående **tilpasningen til aktuelle lokale forhold** som er den kritiske faktoren. Dette er tatt hensyn til i saltinstruksen som bl.a. spesifiserer at saltløsning, som kan ha vært kritisk i to av ulykkene i gjennomgangen, under visse forhold ikke skal brukes.

Hvor vanskelig det er å vurdere saltbruken, ser man spesielt i en av ulykkene som skjedde på våt slapsføre. Her kunne *mer* salt muligens ha redusert mengden slaps til fordel for våt veg, mens *mindre* salt muligens kunne ha redusert slapsmengden til fordel for snødekt veg. Både våt og snødekt veg har som regel bedre friksjonsforhold enn slaps, dvs. at både mer og mindre salt teoretisk kunne ha forbedret forholdene.

Også krav til **preventiv salting**, som potensielt kunne ha forbedret forholdene i tre av ulykkene, er allerede spesifisert i den aktuelle standarden for drift og vedlikehold.

Salting i snøvær er som hovedregel ikke tillatt ifølge saltinstruks for driftsklassene DkC, DkD og DkE. I tre av ulykkene i gjennomgangen er det imidlertid mulig at salting kunne ha forbedret forholdene, til tross for snøvær. Dette kan tyde på at trafikksikkerheten muligens kan forbedres hvis man i noen flere tilfeller og under spesifikke forutsetninger tillater salting i snøvær. Dette gjelder spesielt når det er hyppig skiftende forhold. Generelt kan tidlig innsats med salt, både preventiv salting og salting i snøvær, føre til at det tar kortere tid å gjenopprette gode føreforhold og det kan også redusere den totale saltbruken.

Driftsmetoder: Brøyting, høvling mv.

Brøyting har til hensikt å fjerne løs snø fra vegen og utføres vanligvis med plog. I tillegg kan man for eksempel bruke sideplog, veghøvel, alternativt underliggende eller bakmontert skjær, som kan fjerne eller rive opp snø- og issåle for å planere vegoverflaten.

Blant ulykkene i gjennomgangen var det fem hvor økt innsats i form av brøyting eller høvling muligens kunne ha forbedret forholdene ved å fjerne slaps fra vegen eller plane ut spor i isen. Dette er imidlertid meget usikkert. I tre av ulykkene ble det ikke brøytet ved siste passering av ulykkesstedet og det er mulig at føreren av driftsbilen hadde gode grunner til ikke å brøyte/høvle. I tillegg er det under visse forutsetninger mulig at brøyting eller bruk av slapseskjær forverrer friksjonsforholdene.

Med andre ord er det, som ved saltbruk, nødvendig å ta hensyn til aktuelle lokale forhold. Det er dermed vanskelig å konkretisere krav til brøyting, høvling mv..

Driftsmetoder: Sanding

Fastsand er sand som befuktes med varmt vann ved utstrøing, slik at sanden smelter seg ned i isen før den fryser fast, noe som kan gi en betydelig forbedring av friksjonen. Virkningen av fastsand er både større og mer langvarig enn virkningen av tørr sand. Metoden forutsetter imidlertid stabilt kaldt vær, en hardpakket snø- eller issåle og at man velger riktig strømateriale, vanntemperatur, blandingsforhold mv.. Ved skiftende værforhold, mye nedbør eller mye trafikk vil metoden være lite effektiv.

I tre av ulykkene i gjennomgangen kunne bruk av fastsand istedenfor salt muligens ha forbedret føreforholdene.

Værinformasjon

Spesielt for saltbruken er det en grunnleggende forutsetning at den tilpasses aktuelle forhold, noe som forutsetter korrekt værinformasjon. Dette fordi salt kan ha svært ulike og til dels motsatte effekter under ulike forhold. Også preventiv salting forutsetter per definisjon korrekt og helst langsiktig værinformasjon.

Værinformasjon har trolig vært kritisk i minst tre av ulykkene. I to av ulykkene kunne preventiv salting muligens ha forbedret forholdene. I en tredje ulykke har saltbruken vært tilpasset meldte værforhold og var mindre godt egnet under de faktiske forholdene da ulykken skjedde.

Når det er svært lokale forhold som påvirker føreforholdene, som ved ulykken med underkjølt regn, kan det imidlertid være vanskelig eller umulig å predikere vanskelige føreforhold.

Utsatte strekninger og alternative tiltak

På fire av ulykkesstedene i gjennomgangen var det spesielle lokale forhold som bidro til at vegen på disse stedene ofte var langt glattere enn på vegen for øvrig. Slike steder er det allerede i dagens standard for drift og vedlikehold (R610) mulig å definere som spesielt utsatte steder med strengere krav til vinterdriften (Statens vegvesen, 2014, håndbok R610). Strengere krav kan prinsipielt være rettet mot alle faktorene som er diskutert i avsnittene over, eller man kan sette inn alternative tiltak.

Det vil også være viktig å sikre at kunnskap om lokale forhold tas i bruk da det på mange utsatte strekninger er svært vanskelig å forutsi når det kan oppstå behov for økt innsats eller hva denne innsatsen bør bestå av.

Alternative tiltak kan for eksempel være:

- Vinterfartsgrense
- Variable skilt som kan vise budskap som er tilpasset de aktuelle forholdene, dvs. nedsatt fartsgrense og / eller varsling av vanskelige kjøreforhold.

3.4.2 Samfunnsutvikling

Hvordan ulike samfunnsmessige endringer kan påvirke forutsetningene for vinterdriften, er diskutert i kapittel 4 for sammensetning av førerpopulasjonen, kjøretøyparken, vegtyper, samt vær og klima. Slike endringer kan direkte påvirke flere av de vinterdriftsrelaterte faktorene som er oppsummert i avsnitt over. Konkret er det:

Klimaendring og værforhold: Endringer i værforholdene kan påvirke relevansen av syklustider. Syklustider er relevante under værhendelser, dvs. i hovedsak nedbør. Vi antar at syklustider mer mest relevante under skiftende forhold. Dette fordi vanskelige forhold medfører størst risikoøkning når de kommer overraskende. Har det vært snøvær og vanskelige kjøreforhold i de siste tre ukene, vil de aller fleste klare å tilpasse kjøringen. Har det være fine kjøreforhold i de siste tre ukene og vegen blir glatt over natten, vil derimot de fleste være overrasket og kanskje ikke klare å tilpasse kjøringen før det er for sent. Dersom det i framtiden oftere blir nedbør og skiftende forhold, kan man anta at syklustidene vil bli mer relevante.

Også betydningen av ulike driftsmetoder kan påvirkes av endringer i værforholdene. Ved generelt økende temperaturer kan man anta at salt vil bli mer relevant og at saltbruken trolig vil komme til å øke. Det gjør det imidlertid ikke mindre viktig å tilpasse saltbruken etter aktuelle forhold og man kan ikke konkludere at man generelt skal kreve økt saltbruk for å forbedre trafikksikkerheten.

Fastsand vil derimot trolig bli mindre relevant siden det forutsetter stabile kalde temperaturer. Det betyr imidlertid heller ikke at det ikke lenger vil være behov for eventuelle krav til fastsand, med mindre man mener at det ikke lenger vil være noen stabile kalde perioder.

Mulige framtidige værendringer er diskutert nærmere i kapittel 4.

Teknologiske utviklinger: Teknologiske utviklinger, især økt utbredelse av førerstøttesystemer, kan gjøre værinformasjon langt mer relevant. Værinformasjon er generelt en nødvendig forutsetning for effektiv vinterdrift, men man kan tenke seg at man i økende grad vil kunne benytte værinformasjon, i hovedsak fra værstasjoner og vegbanesensorer ved vegen.

Værinformasjon kan også benyttes for å styre variable skilt som kan varsle om vanskelige kjøreforhold og ev. sette ned fartsgrensen. Det finnes også førerstøttesystemer som kan få oppdatert informasjon om lokale forhold, for eksempel i neste kurve, ev. i kombinasjon med en anbefalt fartsgrense eller at bilen setter ned farten på eget initiativ.

I tillegg vil detaljert vær- og føreinformatjon kunne benyttes i beslutningsstøttesystemer for entreprenører, især for å velge riktige salttiltak.

Teknologiske utviklinger er mer generelt diskutert i kapittel 4.

4 Optimale vinterdriftsklasser

I dette kapitlet har vi vurdert behovet for kunnskap som er nødvendig for å utvikle optimale vinterdriftsklasser. Konkrete spørsmål som vi har belyst, er:

- Hvordan kan man definere «optimale» vinterdriftsklasser?
- Hvilken informasjon trenger man for å utvikle optimale vinterdriftsklasser?

Det første spørsmålet skal belyse definisjonen av «optimal», dvs. under hvilke forutsetninger vinterdriftsklasser kan anses som optimale. Dette er relevant som bakgrunn for å kunne besvare det andre spørsmålet. Svaret på det andre spørsmålet om kunnskapsbehovet, skal kunne benyttes i utviklingen av konkrete vinterdriftsklasser, dvs. antall klasser, krav i hver klasse til føreforhold og vinterdrift, samt kriterier for hvilke veger som skal ha hvilke vinterdriftsklasser.

4.1 Metode

Dette kapitlet er i hovedsak basert på teoretiske vurderinger og vi har gjort litteratursøk for å finne tidligere nytte-kostnadsanalyser av vinterdriftsklasser og for å vurdere tilgjengeligheten av kunnskap fra empiriske studier, især fra land som har lignende vintervegforhold som Norge (for eksempel Sverige og Finland).

Vi har ikke funnet nytte-kostnadsanalyser som har analysert nytte og kostnader ved vinterdriftsklasser på et overordnet nivå, men noen studier har skissert generelle rammer for slike analyser (Arvidsson, 2017; Bardal & Jørgensen, 2017; Statens vegvesen, 2011A).

Vi har også diskutert spørsmål om nytte-kostnadsvurderinger og kunnskapsbehov i intervjuene (se avsnitt 3.3.1).

4.2 Hva er optimale vinterdriftsklasser?

Hva som er «optimale» vinterdriftsklasser kan man bl.a. vurdere ut fra et samfunnsøkonomisk eller et nullvisjonsperspektiv. Forskjellen mellom de to perspektivene er hva man ønsker å optimalisere: Forholdet mellom nytte og kostnader fra et samfunnsøkonomisk perspektiv, eller antall drepte og hardt skadde i trafikkulykker fra et nullvisjonsperspektiv.

4.2.1 Samfunnsøkonomisk perspektiv

Ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv vil formålet med optimale vinterdriftsklasser være å optimalisere ressursbruken i forhold til forventede virkninger på trafikksikkerhet, fremkommelighet og andre virkninger som bl.a. miljøeffekter av saltbruk. Generelle trekk ved slike analyser vil være de samme, uavhengig av hvilke nyttekomponenter man vil ta hensyn til.

Hva som er «optimale» vinterdriftsklasser, kan defineres på ulike måter ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv:

1. Forholdet mellom nytte og kostnader er så gunstig som mulig, dvs. at tiltakene gir mest mulig nytte ut av hver krone man bruker på vinterdriften, enten for hver eneste vegstrekning eller samlet sett.
2. Vinterdriftsklassene er definert slik at tiltakene er mest lønnsomme, gitt et visst budsjett
3. Vinterdriftsklassene er definert slik at tiltakene er de mest kostnadseffektive for å oppnå konkrete mål som for eksempel trafikksikkerhet.

Her har man mange ulike hensyn som må avveies mot hverandre, bl.a. virkninger på trafikksikkerheten, fremkommeligheten, miljø og kostnader. Man kan likevel legge større vekt på enkelte nyttekomponenter og dermed for eksempel vurdere optimalitet spesielt med tanke på trafikksikkerhet. Det samfunnsøkonomiske perspektivet er diskutert i avsnitt 4.2.2.

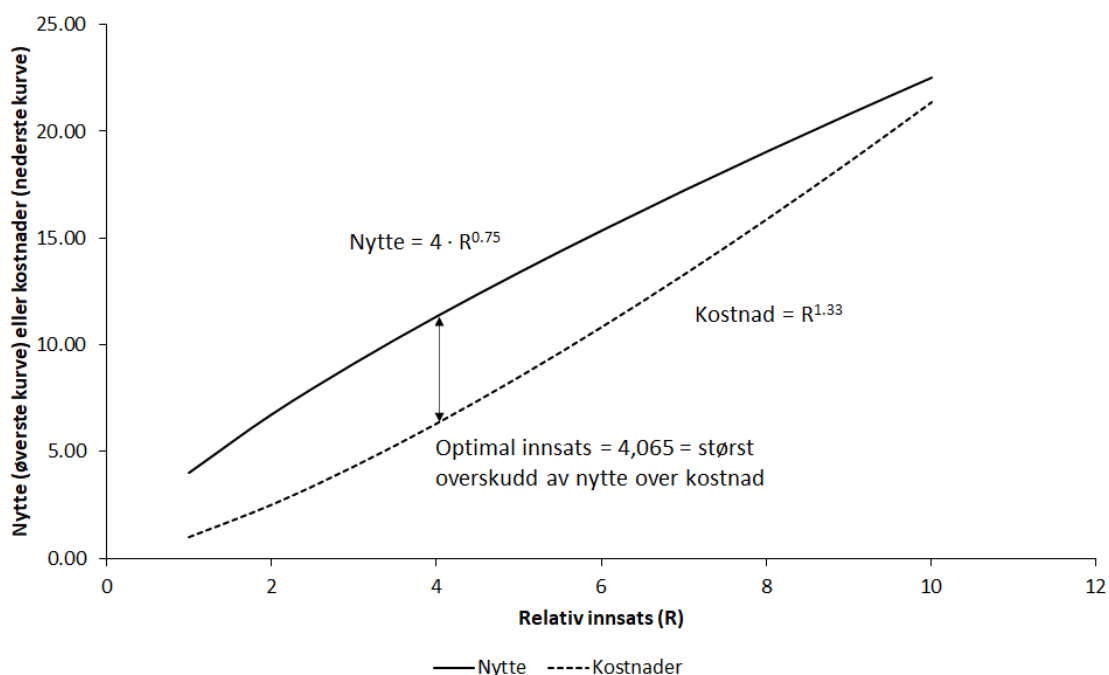
Ut fra et **nullvisjonsperspektiv** derimot vil man i utgangspunktet ikke avveie nytte og kostnader eller ulike nyttekomponenter. Her vil «optimal» bety at kravene er definert slik at det ikke skal kunne skje ulykker med drepte eller hardt skadde som følge av føreforholdene. Det eneste forbeholdet er at dette skal gjelde dersom man holder seg innenfor «systemgrensene», dvs. ikke bevisst viser ulovlig og farlig atferd som å kjøre i beruset tilstand, godt over fartsgrensen eller grovt uaktsomt (Hesjevoll et al., 2022). Nullvisjonsperspektivet og hvordan man ev. kan tolke det mer moderat, er diskutert i avsnitt 4.2.2.

Generelt om nytte-kostnads-vurderinger av vinterdriftstiltak

En samfunnsøkonomisk optimal standard på vinterdrift kan defineres som den standard som gir størst samfunnsøkonomisk nytte i forhold til kostnadene. For å finne en slik standard må alle virkninger av vinterdrift omregnes til kroner, slik at de kan legges sammen og sammenlignes med hverandre og med hvor mye drift ved ulike standarder koster. Vi kan vise hva dette innebærer ved hjelp av figur 4.1. Figuren viser nytte og kostnader ved ulike innsatsnivåer i vinterdrift for en tenkt vegstrekning eller gruppe av strekninger. Kurvene i figuren er hypotetiske, men formen på dem er trolig realistisk.

Nytte og kostnader ved en relativ innsats i vinterdrift i figur 4.1 varierer mellom 1 og 10. Innsatsen består av fysiske variabler som saltmengde i tonn, brøyting i antall kilometer og så videre. Vi kan tenke oss innsatsen som en kontinuerlig variabel som kan anta en hvilken som helst verdi mellom 1 og 10. Kostnadene forutsettes å stige brattere enn innsatsomfanget. Grunnen til det er at det trengs mer mannskap og materiell per kilometer veg når standarden i vinterdriften skal øke. Økt standard betyr raskere og hyppigere tiltak og økt beredskap. Her er det forutsatt at når innsatsen øker fra 1 til 10, øker kostnadene fra 1 til 21,38.

Nytten av vinterdriften (i form av bl.a. kortere reisetid og færre ulykker) øker når innsatsen øker. Dette er vist ved den øvre kurven i figur 4.1. Nyttekurven viser, i motsetning til kostnadskurven, en avtakende stigning. Dette er heller ikke urimelig. Overgangen fra en veg dekket av løs snø til en brøytet veg er stor, men det er langt mindre forskjell mellom en nesten bar veg og en helt bar veg.



Figur 4.1: Teoretisk beskrivelse av samsunnøkonomisk optimal vinterdrift (hypotetiske sammenhenger).

Samfunnsøkonomisk optimal innsats er den innsatsen der grensenytten er lik grensekostnadene. Med grensenytte og grensekostnad menes økningen i henholdsvis nytte og når innsatsen økes med en enhet. Vi kan finne optimal innsats ved å finne den verdien av innsatsen der differansen mellom nytte og kostnader har størst verdi, det vil, si der hvor overskuddet av nytte over kostnader er det største. I figur 4.1 er dette ved en innsats på 4,065.

Vi ser at nytten er større enn kostnadene også når innsatsnivået er maksimalt. Men enhver økning fra 4,065 opptil 10 gir en ekstra nytte som er mindre enn de ekstra kostnadene.

De opplysninger man trenger for å gjøre analyser av hvilken innsats og hvilke vinterdriftstiltak som er optimale, inkluderer:

- **Kostnadsfunksjoner** som for hvert driftstiltak (brøyting, sanding, salting, og så videre) beskriver hvordan kostnadene varierer avhengig av fysisk innsatsomfang. Kostnadsfunksjonene må gjøre det mulig å finne grensekostnaden ved hvert tiltak.
- Et sett av funksjoner som viser hvordan ulike **nyttekomponenter** varierer med kombinasjoner av tiltak og innsatsomfang, eventuelt fysisk innsatsomfang omregnet til kostnader. Hver funksjon må spesifiseres slik at grensenytten kan beregnes.

Når man vil vurdere forholdet mellom nytte og kostnader ved vinterdriftsklasser, vil man i tillegg måtte ha informasjon om hvilke tiltak som må gjennomføres i hvilket omfang under de gitte forutsetningene. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 4.3.

Nytte av vinterdrift

Relevante nyttekomponenter i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser omfatter (Arvidsson, 2017; Bardal & Jørgensen, 2017; Statens vegvesen, 2011A):

- Fart og reisetid
- Trafikksikkerhet
- Utslipp fra driftskjøretøy
- Utslipp fra vegtransport (økte utslipp pga. større rullemotstand, stans pga. hendelser mv.)
- Miljøeffekter av salting
- Korrosjonsskader på kjøretøy og infrastruktur som følge av salting
- Slitasje på vegdekker.

Hvordan man vektlegger de enkelte komponentene, kan ha stor effekt på resultatene av en nyttekostnadsanalyse (jf. avsnitt 4.2.2 om nullvisjonsperspektivet).

De enkelte nyttekomponentene, hvordan de er definert og hva de avhenger av, er nærmere beskrevet i avsnitt 4.3.

Relevante kostnader

Kostnader ved vinterdriftsklasser omfatter i hovedsak:

- Utførelse av nødvendig vinterdrift for å oppfylle kravene, bl.a. for personal, kjøretøy og materialforbruk
- Beredskap
- Informasjon om aktuelle vær- og føreforhold
- Ev. kostnader for kompetansetiltak samt forskning og utvikling
- Ev. tiltak på vegene for å redusere skadevirkninger av salt (Statens vegvesen, 2011A)
- Byggherrekostnader.

Kostnadene er nærmere beskrevet i avsnitt 4.3.

Analyseenheter og inndeling av vegnettet i driftsklasser

Som en grunnleggende forutsetning må man i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser definere «analyseenheter». Med analyseenheter mener vi her vegstrekninger som skal inngå i nyttekostnadsanalyser. Det kan være konkrete enkelte vegstrekninger eller grupper av vegstrekninger.

Konkrete enkelte vegstrekninger: Her har man teoretisk størst mulighet for optimalisering på et veldig lokalt nivå. Det vil imidlertid trolig føre til at man ender opp med veldig mange vinterdriftsklasser og det er lite trolig at det vil være optimalt å ha «optimale» vinterdriftsklasser for hver enkelt vegstrekning. I tillegg er det generelt lite hensiktsmessig å variere standarden på føreforholdene på sammenhengende vegstrekninger da overganger mellom ulike standarder kan bidra til økt risiko i seg selv, selv om hver enkelt vegstrekning har en «optimal» standard. Dette er følgelig ikke noen hensiktsmessig tilnærming for å definere optimale vinterdriftsklasser.

Grupper av vegstrekninger: Man kan dele hele vegnettet hvor vinterdriftsklassene skal benyttes, inn i grupper, hvor hver gruppe av vegstrekninger skal få samme vinterdriftsklasse. Gruppene kan defineres ut fra faktorer som også vil være relevante for valg av vinterdriftsklasser som bl.a. trafikkmengde, vegens funksjon og ev. geografiske og klimatiske faktorer.

For å finne optimale vinterdriftsklasser, kan man velge en av to tilnærminger, eller en kombinasjon av disse:

1. Man definerer vinterdriftsklassene på forhånd og optimaliserer tildelingen av vinterdriftsklasser til grupper av vegstrekninger, dvs. at man finner kriterier for inndelingen av vegnettet i vinterdriftsklasser
2. Man definerer kriterier for inndelingen av vegnettet i vinterdriftsklasser på forhånd (og dermed implisitt også antall vinterdriftsklasser), og finner den optimale vinterdriftsklassen for hver gruppe av vegstrekninger.

Pkt. 2 er trolig den mest hensiktsmessige tilnærmingen. Det er også mulig å gjøre slike analyser gjentatte ganger med ulike antall vinterdriftsklasser og ulike inndelinger av vegnettet.

Hvor mange ulike driftsklasser man vil definere, vil også avhenge av praktiske vurderinger, for eksempel hvilket grunnlag man har for å definere ulike klasser og hva som er hensiktsmessig å håndtere, både i nyttekostnadsanalyser og rent praktisk i driftskontrakter.

I Norge har det tidligere vært kun to vinterdriftsklasser (bar veg og vintervegstrategi) samt ulike mellomkategorier. Dette ble utvidet til dagens fem vinterdriftsklasser (og tre underklasser for DkB) i den aktuelle standarden for drift og vedlikehold av riksveger (Håndbok R610, 2012). Kriterier for valg av vinterdriftsklasse er i hovedsak basert på trafikkmengden, i tillegg til bl.a. vegkategori, trafikksammensetning, geometrisk standard, klima, værforhold, ulykkesnivå og miljøforhold. En lignende inndeling har man bl.a. i Finland: Her er vegnettet delt inn i tre kategorier etter trafikkmengde (høy, middels og lav) og for hver kategori er det definert to eller tre vinterdriftsklasser (Kärki, 2020).

Elementer i vinterdriftsklasser

Vinterdriftsklasser kan beskrive krav til mange ulike forhold:

- Føreforhold og friksjon
- Tidsfrister for innsats og gjenoppretting av føreforhold i og etter værhendelser
- Driftsmetoder
- Driftskontrakter.

Dagens vinterdriftsklasser beskriver relativt detaljert for hver klasse hvilke føreforhold som er godkjent og hvilke driftstiltak som skal gjennomføres under hvilke værforhold og med hvilke tidsfrister og ved værhendelser som fører til endring av forholdene. I tillegg har man saltinstruksen som beskriver detaljert hvilke saltmetoder som skal / kan benyttes under hvilke forhold. Derimot inneholder vinterdriftsklassene ingen krav til utforming eller oppfølging av driftskontrakter.

Optimale vinterdriftsklasser kan være både mer og mindre detaljerte på disse punktene. For eksempel kan man tenke seg at man fra et nullvisjonsperspektiv i hovedsak beskriver godkjente føreforhold, da hovedmålet her er å unngå ulykker med drepte og hardt skadde. Tidsintervaller og driftsmetoder vil da være mindre relevante som krav; de måtte til enhver tid velges slik at man opprettholder «optimale» føreforhold.

Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det ingen absolutte krav til føreforhold, men man må avveie ulike nytteaspekter og kostnader mot hverandre. Man vil derfor kunne definere mer detaljerte krav også til driftsmetoder og tidsfrister, samt mer generelle spørsmål som:

- Skal størst fokus være på føreforhold eller på driftsinnsats?
- Hvor detaljerte krav man stiller til føreforhold og driftsinnsats?
- Skal man i tillegg definere krav til driftskontrakter og oppfølgingen av disse?

Svarene vil trolig i stor grad være basert på pragmatiske vurderinger av hva som er hensiktsmessig og mulig å følge opp, men se også neste avsnitt.

Driftskontrakter

Utformingen av driftskontrakter har betydning for hvordan entreprenørene vektlegger ulike krav og dermed hvordan kravene i vinterdriftsklassene praktiseres. For eksempel kan saltforbruket øke når entreprenørene for betalt etter hvor mye salt de har brukt.

Konkrete insentiver for ulike metoder i driftskontrakter kan være problematiske, især med hensyn til salt. Det kan være vanskelig eller umulig å definere sanksjoner som ikke er motstridende med hensyn til ulike målsettinger, især trafikksikkerhet og fremkommelighet vs. miljø og korrosjonsskader (Rambøll, 2010). Dersom man kun vektlegger trafikksikkerhet, vil slike avveininger ikke være relevante. Konsekvensene vil imidlertid være langt større negative effekter på bl.a. miljø og korrosjonsskader.

4.2.2 Nullvisjonsperspektiv

Ut fra et nullvisjonsperspektiv vil man legge vekt på å unngå de mest alvorlige ulykkene. Optimale vinterdriftsklasser vil følgelig ha som formål å oppnå en standard som gjør at det ikke skjer alvorlige ulykker så lenge trafikantene holder seg innenfor systemgrensene, dvs. så lenge de ikke bevisst viser ulovlig og farlig atferd som å kjøre i beruset tilstand, godt over fartsgrensen eller grovt uaktsomt (Hesjevoll et al., 2022).

Fokuset på de mest alvorlige ulykkene i vurderingen av vinterdriftsklasser kan være problematisk da ulykker på vinterføre i gjennomsnitt er mindre alvorlige enn ulykker på bar veg. Formålet med vinterdriften er i hovedsak å sikre fremkommeligheten.

Derfor skisserer vi her flere mulige tilnærminger til nullvisjons-vinterdriftsklasser og diskuterer hvorvidt de kan være relevante i vurderingen av vinterdriftsklasser.

(1) Kompromissløs: En streng tolkning av nullvisjonen ville tilsa at man må definere en standard for vinterdriften som sikrer at føreforholdene aldri er slik at de kan bidra til alvorlige ulykker. Dersom man vil opprettholde fremkommeligheten, måtte vinterdriften da ha en meget høy standard, men det er fysisk umulig å sørge for at alle veger til enhver tid er bare og har «sommerføreforhold» om vinteren med klassiske vinterdriftstiltak. De eneste - rent teoretiske - mulighetene for å oppnå en slik standard, hadde trolig vært å installere varmekabler i asfalten på samtlige offentlige veger i Norge, eller å bygge tak over alle offentlige veger. Svært dårlige forhold om vinteren kunne muligens også redusere antall alvorlige ulykker, men da hadde også fremkommeligheten blitt redusert til omtrent null.

(2) Moderat: Man kan tolke nullvisjonsperspektivet mer moderat, slik at man vil redusere ulykker med drepte og hardt skadde på vinterføre «så mye som mulig» eller i tråd med gitte trafikksikkerhetsmål, uten samtidig å se bort fra at vinterdrift også skal sikre fremkommeligheten. Dette betyr i praksis at man setter nytten ved vinterdriften i forhold til kostnadene (ellers er man tilbake ved oppvarmede veger eller tak). Dermed vil vurderingene prinsipielt være de samme som i et samfunnsøkonomisk perspektiv, men man vil vekte nytten for trafikksikkerheten høyere enn øvrige nyttekomponenter eller ev. se bort fra for eksempel miljøeffekter.

Vektingen av nyttekomponentene vil ha stor effekt på hvordan man vil definere optimale vinterdriftsklasser. En vesentlig faktor som vil bidra til store forskjeller, er salt. I mange situasjoner er salt det billigste og mest effektive middelet for å oppnå bar veg og dermed få best mulig effekt på trafikksikkerheten. I nullvisjons-vinterdriftsklasser vil salting følgelig være et vesentlig element.

Salt har også i mange situasjoner god effekt for fremkommeligheten. Miljøeffektene av salt er derimot negative; salt fører til korrosjonsskader på kjøretøy og infrastruktur og salt øker behovet på annen vedlikehold på vegene. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv hvor man tar hensyn til flere nyttekomponenter, vil salt derfor trolig komme mindre gunstig ut enn fra et nullvisjonsperspektiv.

(3) Alternativ: Et annet alternativ fra et nullvisjonsperspektiv vil være å supplere vinterdriften med andre tiltak som vinterfartsgrenser og variable skilt. Det mest nærliggende for å definere vinterfartsgrenser er at veger uten fysisk midtdeler som har fartsgrense 80 km/t eller høyere får en vinterfartsgrense på 70 km/t. På spesielt utsatte steder kan det være aktuelt å installere variable skilt som kan varsle om glatt veg når forholdene tilsier det. I gjennomgangen av de ni dødsulykkene hvor kravene i vinterdriftsklassen var oppfylt, var det flere ulykker som skjedde på slike steder hvor det som følge av svært lokale forhold relativt ofte var betydelig glattere enn på vegen for øvrig.

En slik tilnærming vil ta hensyn til at det ikke er mulig å oppnå sommerstandard på alle vegene gjennom hele året, samtidig som man gir trafikantene mulighet til å tilpasse sin atferd i tråd med nullvisjonens prinsipp om at trafikantene har et ansvar for å være aktsomme og unngå bevisste regelbrudd.

(4) Kombinert: Analyser fra et samfunnsøkonomisk perspektiv kan man supplere med vurderinger fra et nullvisjonsperspektiv ved at man setter grenser for en minste standard som skal oppfylles uansett lønnsomhet. Dermed vil man ikke unngå forhold som kan bidra til alvorlige ulykker. Man kan likevel redusere forekomsten ved at man tillater samfunnsøkonomiske vurderinger kun overfor en gitt minstestandard. For eksempel kan man definere minste syklustider som skal overholdes uansett om de er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Dermed kan man unngå ekstremt dårlige forhold (eller stengte veger) på steder hvor regnestykkene viser at tiltak ikke er lønnsomme.

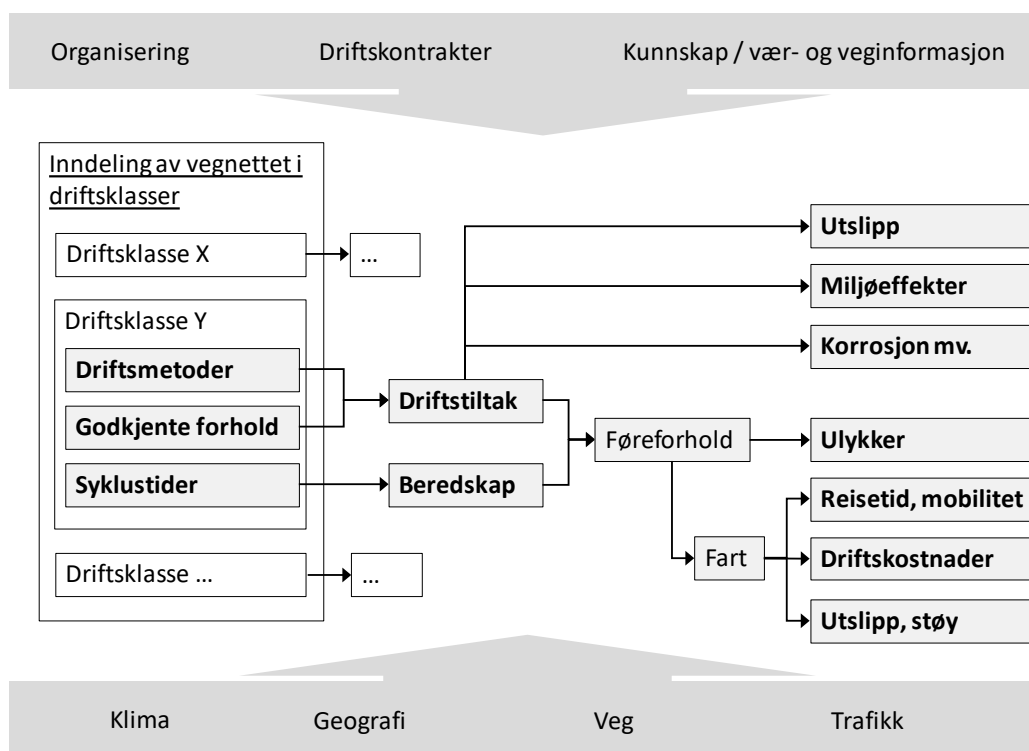
Vi betrakter de siste to tilnærmingene, som også kan kombineres, som mest hensiktsmessige, dvs. at man tar utgangspunkt i et samfunnsøkonomisk perspektiv, samtidig som man legger vekt på forebygging av de mest alvorlige ulykker gjennom definisjon av minstestandarder og ev. supplerende tiltak.

4.3 Kunnskapsbehov

I dette avsnittet beskriver vi hvilken informasjon man trenger for å definere «optimale vinterdrifts-klasser». Vi tar utgangspunkt i et samfunnsøkonomisk perspektiv hvor man tar hensyn til flere nyttekomponenter. Dette kan suppleres med spesielle hensyn fra et nullvisjonsperspektiv, samt ev. supplerende tiltak (jf. avsnitt over).

Figur 4.2 viser skjematisk hvordan vinterdriftsklassene påvirker de enkelte nyttekomponentene. Figuren omfatter omtrent de samme komponentene og sammenhengene som vintermodellen i Sverige (Arvidsson, 2017), men den er noe forenklet og tilpasset den aktuelle problemstillingen.

I tillegg inneholder figuren inndelingen av vegnettet i driftsklasser da det i dag finnes flere driftsklasser som gjelder på ulike typer vegger. Sammenhengene mellom vinterdrift, kostnader og nytte er prinsipielt de samme for alle typer veg, men det er forskjeller i bl.a. hvilke kostnader vinterdriften medfører og hvor mye trafikk og hvor mange ulykker som påvirkes.



Figur 4.2: Sammenhenger mellom vinterdriftsklassene og nytte- og kostnadskomponentene i en nytte-kostnadsanalyse (NKA) av vinterdriftsklasser.

De enkelte komponentene i en nyttekostnadsanalyse har vi her pragmatisk delt inn i kostnader samt positive og negative nyttekomponenter. I tillegg er det en del relevante bakgrunnsfaktorer, både direkte knyttet til vinterdriften (organisering, driftskontrakter mv.) og overordnede faktorer (klima, geografi mv.) som vil påvirke sammenhengen mellom vinterdriftsklassene og kostnads- og nyttekomponentene.

- For å vurdere effekter av kravene i vinterdriftsklasser må man ideelt sett ha detaljert kunnskap om:
- Hvilke kostnader kravene i driftsklassene medfører for gjennomføring av **driftstiltak** samt **driftsberedskap**
- Hvilke positive nytteeffekter man kan forvente; dette er i hovedsak tilsiktede effekter som man forventer av økt vinterdriftsinnsats som bl.a. færre **ulykker** og kortere **reisetid**

- Hvilke øvrige virkninger man kan forvente: Det kan være endringer av kjøretøyenes **driftskostnader**, samt **utslipp** og **støy** fra trafikken; i tillegg kan vinterdrift ha utilsiktede negative effekter som vil trekke ned den samlede nytten, som bl.a. negative effekter av salting på **miljø** og **korrosjonsskader**, samt **utslipp** fra driftskjøretøy.

Alle tre punktene, og sammenhengene dem imellom, vil avhenge av de generelle bakgrunnsfaktorene (den grå stripen nederst i figuren, se også avsnitt 4.4) og de vegene hvor hver av driftsklassene skal gjelde. Sammenhengene i figuren er nærmere beskrevet i de neste avsnittene.

Føreforhold og fart er relevante mellomledd, selv om de ikke i seg selv inngår i nytte-kostnadsanalysen. Det kan være enklere å vurdere sammenhenger mellom tiltak og føreforhold og mellom føreforhold og ulykker, fart mv., enn direkte virkninger av driftstiltak på ulykker og andre nyttekomponenter.

Realistisk sett kan man ikke forvente å få veldig detaljert kunnskap om mer enn omtrentlige sammenhenger. Man kan ikke forvente at man kan tallfeste effekten for eksempel av å redusere tykkelsen på løs snø utenom hjulspor med en centimeter som krav til godkjente føreforhold på antall ulykker. Man vil derfor i mer eller mindre stor grad være nødt til å gjøre forenklinger og skjønnsmessige vurderinger, samt å ta hensyn til rent praktiske aspekter.

Tabell 4.1 gir en oversikt over de enkelte nytte- og kostnadskomponentene sammen med en kort oversikt over de viktigste faktorene som påvirker dem.

Tabell 4.1: Nytte- og kostnadskomponenter i nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser.

	Beskrivelse	Avhenger i hovedsak av*
Kostnader		
• Driftstiltak	Material (for eksempel salt og sand), driftskjøretøy/-utsyr, arbeidstid, opplæring	Type driftstiltak og omfang som er nødvendig for å oppfylle kravene i vinterdriftsklassen; organisering, driftskontrakter og kunnskap / informasjon
• Driftsberedskap	Driftskjøretøy/-utstyr, personell, brøyteroder	Syklustid
• Veg- og værinformasjon	Målestasjoner, informasjonsformidling	Trolig konstant; ev. avhengig av krav til driftsmetoder og tidsfrister
• Administrasjon	Arbeid med regelverk, driftskontrakter, oppfølging, forskning/utvikling	Trolig konstant
• Annet	F.eks. tiltak for å redusere skadevirkninger av salt eller alternative tiltak som variable skilt	Må spesifiseres
Nytte: Tilsiktede / positive effekter av vinterdrift		
• Ulykker	Gjennomsnittlige ulykkeskostnader	Kjøretøykilometer, type kjøretøy, type veg, risiko, skadegrad
• Reisetid, mobilitet	Gjennomsnittlige tidskostnader for reisetimer, reisemuligheter	Fart, type kjøretøy, reiseformål
Øvrige virkninger av vinterdrift		
• Driftskostnader (kjøretøy)	Gjennomsnittlige driftskostnader per kilometer	Fart, type kjøretøy
• Utslipp, støy	Gjennomsnittlige samfunnsøkonomiske kostnader ved utslipp, støy mv. fra trafikken	Fart, type kjøretøy, piggedekkandel
• Utslipp (driftskjøretøy)	Samfunnsøkonomiske kostnader for utslipp (og andre miljøeffekter) fra driftskjøretøy	Antall kjørte kilometer (og ev. fart)
• Miljøeffekter (salt mv.)	Samfunnsøkonomiske kostnader ved miljøskader som følge av salt mv.	Type kjemikalier, omfang, områdetype
• Korrosjon (kjøretøy, infrastruktur)	Samfunnsøkonomiske kostnader ved skader på kjøretøy og infrastruktur	Type kjemikalier, omfang, trafikk og infrastruktur
• Slitasje på vegdekker	Kostnader for vedlikehold av vegdekker	Saltbruk, piggedekkandel

* Alle nytte- og kostnadskomponentene avhenger i tillegg i mer eller mindre stor grad av bakgrunnsvariablene klima, geografi, veg og trafikk.

4.3.1 Overordnede bakgrunnsvariabler

Alle nytte- og kostnadskomponentene avhenger, i tillegg til de faktorene som er vist i tabell 4.1, av bakgrunnsvariablene klima, geografi, veg og trafikk (Figur 4.2). Det kan være både generelle faktorer som gjelder i hele landet (som for eksempel sammensetning av kjøretøyparken) eller de kan være spesifikke for vegene hvor driftsklassene gjelder (for eksempel tungbilandel). Disse faktorene kan også endre seg over tid (se avsnitt 4.4).

Klima/vær: Forekomst av ulike typer vær- og føreforhold påvirker bl.a. omfang og type av nødvendig drift. En vesentlig faktor er forekomsten av temperaturer rundt null grader med nedbør. Slike forhold stiller høye krav til vinterdriften, de kan ha stor effekt på bruken av salt, og de kan gjøre det svært krevende å definere krav til vinterdriften som er både realistiske og effektive.

Geografi: Relevante geografiske forhold er bl.a. nærhet til vann, grunnforhold mv. som vil ha stor effekt på miljøvirkningene av salt.

Veglengder og avstander vil påvirke hvordan vegnettet kan deles inn i brøyteroder og dermed kostnadene knyttet til bl.a. tidsbruk og antall kjørte kilometer med driftsbiler.

Veg og trafikk: Kriterier for inndeling av vegnettet i vinterdriftsklasser er som regel basert på vegens funksjon og trafikkmengde. Ulike veger kan også stille svært ulike krav til vinterdriften, både når det gjelder omfang og metodevalg. Vegrelaterte faktorer som vegens funksjon, fartsgrense, tverrprofil, trafikkmengde, tungbilandel mv. påvirker bl.a.:

- Ulykker: Ulykkesrisikoen er forskjellig på ulike typer veg og vinterdriftstiltak kan ha ulik virkning på ulike typer veg.
- Fremkommelighet: Både trafikkmengde, fartsgrense og tungbilandel påvirker hvor mye trafikk som vil ha nytte av vinterdriften i form av bedre fremkommelighet
- Virkninger av driftstiltak: For eksempel forutsetter salt en viss trafikkmengde for å ha best mulig effekt, mens sand er mest egnet på veger med mindre trafikk. Både strøing og brøyting kan også ha ulike virkninger på ulike vegdekker, for eksempel kan salt ha ulike virkninger på både føreforholdene og miljøet på ulike vegdekker.

Trafikkmengden kan ev. også påvirkes av føreforholdene. Er forholdene veldig dårlige, kan trafikkmengden gå ned eller i verste fall kan vegen bli stengt.

Informasjon om bakgrunnsvariablene som er beskrevet her, vil være svært relevant i nyttekostnadsanalyser av vinterdrift på enkelte vegstrekninger eller i mindre områder.

I nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser som omfatter hele landet, vil det derimot være vanskelig å ta hensyn til lokale forhold på alle vegene. Det vil være mer relevant å ta hensyn til relevante forhold på et overordnet nivå. Det kan for eksempel være estimerte gjennomsnittlige skadevirkninger av salt per tonn salt når man ser hele landet eller alle vegene innenfor én vinterdriftsklasse under ett.

I tillegg vil det i nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser som omfatter hele landet, være relevant å ta hensyn til eventuelle generelle endringer over tid som kan for eksempel føre til at det blir flere eller færre værhendelser som krever driftsinnsats eller at salt blir mer eller mindre relevant (se avsnitt 4.4).

4.3.2 Organisering, driftskontrakter, kunnskap og informasjon

Vi har innhentet kunnskap om organisering, driftskontrakter, kunnskap og informasjon gjennom intervjuer med eksperter på vinterdrift.

Vinterdriftsklassene beskriver på et relativt overordnet nivå hvilke forhold på vegen som er godkjent og gir kriterier for tidspunkt og type driftsinnsats. Hvilke konkrete driftstiltak som settes inn under hvilke forhold og på hvilke tidspunkter, avhenger imidlertid også av en rekke andre faktorer som bl.a.

- Hvordan vinterdriften er organisert: For eksempel i hvilken grad hoved- eller underentreprenør bestemmer tidspunkt og type innsats
- Vinterdriftskontraktene: Kontraktene kan påvirke innsatsen bl.a. ved å gi insentiver for spesifikke metoder (for eksempel betaling etter brukt saltmengde eller antall timer med saltbil) eller resultater; de påvirker også hvordan driftsinnsatsen planlegges og styres og i hvilken grad det er mulig å bruke skjønnsmessige vurderinger og ev. å kunne fravike generelle regler (for eksempel om saltbruken)
- Kunnskap og informasjon: Å planlegge vinterdriftsinnsatsen avhenger i stor grad av kunnskap om lokale forhold og tilgjengelig vær- og veginformasjon. Hvorvidt slik informasjon er tilgjengelig, korrekt og relevant, påvirker mulighetene for å planlegge driftsinnsatsen.

Disse faktorene er også diskutert i forbindelse med gjennomgangen av ulykkene hvor kravene til vinterdriftene var oppfylt (avsnitt 3.3.9).

De intervjuede nevnte også flere kunnskapsbehov knyttet til organisering og driftskontrakter:

- Det ville vært en fordel med lengre kontraksperioder for å ivareta opparbeidet lokalkunnskap og erfaring hos det utførende leddet, og ev. gode relasjoner mellom hoved- og underentreprenør. Dette kan imidlertid slå begge veier: Lengre kontraksperioder kan være uheldige dersom relasjonen mellom partene ikke er optimal.
- Det kan være relevant å samle kunnskap om forskjellen mellom kontrakter som involverer hovedentreprenør eller ikke, og erfaringer med det.
- Det er også relevant med mer kunnskap om graden av skjønn som er involvert i tolkningen av når man skal utføre preventiv vinterdrift, hvordan man skal gjøre det, tolkning av salttabeller osv. Dette indikerer at driftskontraktene kanskje ikke er så viktige som selve det faktisk utførte arbeidet. Det er relevant å undersøke faktiske frihetsgrader hos det utførende leddet i vinterdriften og hvor stor grad av tolkning som er involvert i oppfyllelsen av driftskontraktene. Det er også relevant å undersøke hvordan dette varierer i ulike regioner. De intervjuede nevnte at vinterdriftskontraktene stort sett ikke legger opp til at det utførende leddet i stor grad bruker eget skjønn, men at dette i noen tilfeller kan avtales.
- Det er også relevant å diskutere hvilke faktorer som påvirker tolkningen av når og hvordan man skal utføre preventiv vinterdrift, for eksempel hvordan hensynet til økonomi og trafikksikkerhet vektet i praksis i vinterdriften, og i hvilken grad disse hensynene «belønnes» i kontraktene i praksis. Ligger det flest incitamenter for å ta hensyn til trafikksikkerhet, eller hensynet til økonomi?

4.3.3 Kostnader ved vinterdrift og -beredskap

Kostnader for driftstiltak og -beredskap

Kostnadene ved driftstiltak og -beredskap avhenger av hvordan driftsklassene er definert og hvilke vær- og føreforhold man kan forvente i gjennomsnitt. Mer konkret vil kostnadene bl.a. avhenge av:

- **Driftstiltak:** Hvilke tiltak som settes inn for å oppnå godkjente føreforhold, ev. også hvilke tiltak som er foreskrevet i vinterdriftsklassene. Her inngår bl.a. materialforbruk, kostnader for driftskjøretøy og annet utstyr, lagring av material og kjøretøy, arbeidstid og opplæring.
- **Driftsberedskap:** Hvor stor beredskap som er nødvendig for å overholde kravene til syklustider og gjenoppretting av godkjente føreforhold. Hvilken beredskap som er nødvendig, vil i stor grad avhenge av kravene til syklustid og forventede værforhold.

Disse kostnadene vil være de mest relevante i en nytte-kostnadsanalyse da de direkte avhenger av hvordan driftsklassene er definert. De avhenger også i veldig stor grad av værforholdene. Generelt vil kostnadene, især til driftstiltak og -beredskap, være høyere:

- Jo høyere krav man stiller til godkjente føreforhold
- Jo korte tid man tillater som syklustid og til gjenoppretting av godkjente føreforhold
- Jo oftere man forventer forhold som krever driftsinnsats.

For å vurdere hvordan vinterdriftsklasser påvirker kostnadene, vil man være avhengig av erfaringsverdier eller teoretiske beregninger, samt faglige og skjønnsmessige vurderinger.

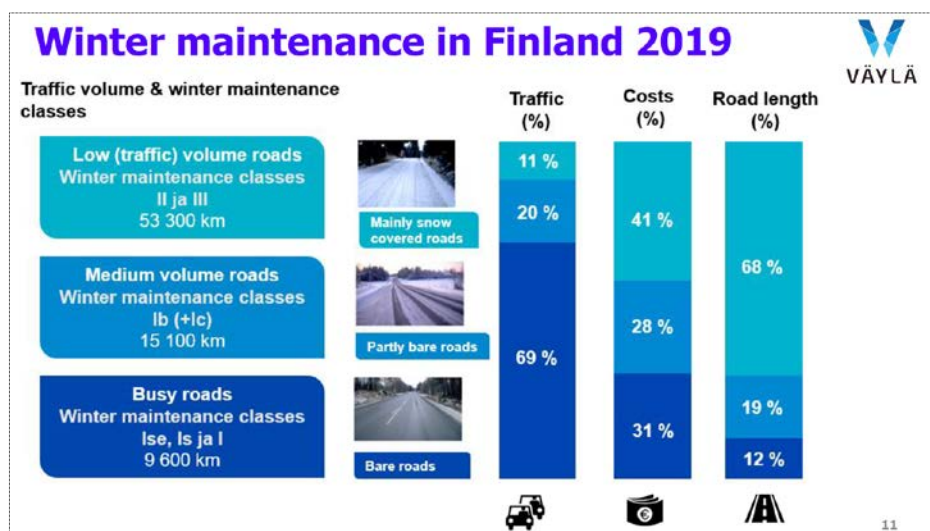
For å undersøke hvordan værforhold påvirker vinterdriften, og dermed kostnadene, er i en rekke studier utviklet vinterindekser. Slike indekser omfatter flere indikatorer for værforhold og hvordan disse henger sammen med omfang og type utført vinterdrift, som for eksempel antall dager rundt null og saltforbruk, eller antall dager med nedbør og antall brøytetimer. En slik vinterindeks kan beregnes for større områder og benyttes som grunnlag for å estimere både kostnader og endringer i kostnadene ved endrede krav i vinterdriftsklassene. En oversikt over ulike vinterindekser finnes hos Walker et al. (2019).

Fordeling av kostnader på ulike deler av vegnettet

Hvordan kostandene for vinterdriften fordeler seg på veier i ulike vinterdriftsklasser (her grovt delt inn i tre grupper), er illustrert av Kärki (2020) i forhold til fordelingen av trafikken og veglengden på de tre vinterdriftsklassene. Figuren viser at den største andelen av kostnadene (41 prosent) brukes på veier som til sammen står for over to tredjedeler av veglengden men for kun 11 prosent av trafikken. Siden de minst trafikkerte vegene som regel har høyere ulykkesrisiko enn andre veier, er andelen av ulykkene som skjer på disse vegene trolig betydelig høyere enn 11 prosent .

En slik kostnadsfordeling kan man for eksempel ta som utgangspunkt for en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser som omfatter hele landet, ved at man:

- Fordeler vegnettet på driftsklasser
- Estimerer kostnader for dagens vinterdrift per vinterdriftsklasse
- Estimerer hvordan endringer i dagens krav påvirker kostnadene
- Estimerer hvordan disse endringene påvirker ulykker, fremkommelighet og øvrige positive og negative nyttekomponenter på vegene innenfor hver vinterdriftsklasse
- Ev. endrer inndelingen av vegnettet i vinterdriftsklasser for å undersøke hvordan dette vil påvirke kostnader og nytte.



Figur 4.3: Fordeling av trafikkmengde, kostnader for vinterdrift og veglengder på tre grupper av vinterdriftsklasser (Kärki, 2020).

Andre kostnader

I tillegg til de direkte kostnadene for vinterdriftstiltak og -beredskap kommer kostnader som ikke eller i mindre grad av henger av hvordan driftsklassene er definert:

- **Veg- og værinformasjon:** Veg- og værinformasjon er en nødvendig forutsetning for effektiv vinterdrift. Dette gjelder spesielt ved korte syklustider og tidsfrister for gjenoppretting av godkjente føreforhold. Oppdatert og pålitelig vær- og veginformasjon er også en nødvendig forutsetning for valg av tiltak, spesielt ved bruk av salt og preventiv salting.
- **Administrasjon:** Her inngår bl.a. arbeid med regelverk, driftskontrakter, oppfølging, og forskning/utvikling.
- **Andre kostnader:** Ved bruk av vegsalt kan det være nødvendig med tiltak for å redusere skadevirkningene av saltet.

Dersom man antar at slike kostnader vil avhenge av hvordan vinterdriftsklassene er definert, vil de også måtte tas hensyn til i en nyttekostnadsanalyse. Det gjelder især kostnader for vær- og veginformasjon, da slik informasjon er en nødvendig forutsetning for effektiv vinterdrift (Statens vegvesen, 2011C). Især strenge krav til beredskap (korte syklustider og frister for gjenoppretting av godkjente føreforhold) og detaljerte krav til metodebruken vil stille større krav til vær- og veginformasjon.

4.3.4 Virkninger av driftstiltak og -beredskap på føreforhold

Hvordan driftstiltak og -beredskap påvirker føreforholdene, vil i veldig stor grad avhenge både av de konkrete tiltakene og av vær- og føreforholdene. I en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser vil det mest relevante spørsmål være hvordan omfanget av ulike tiltak vil påvirke forekomsten av ulike typer føre under gitte forutsetninger. Disse forutsetningene omfatter generelle værforhold, geografi, type veg og vegdekke, samt trafikkforhold.

I en nyttekostnadsanalyse vil man, ideelt sett, for alle relevante kombinasjoner av gitte forutsetninger og mulige driftstiltak definere både kostnader og virkninger. For eksempel: Hvor mye kan forekomsten av slapseføre reduseres (til fordel for tilnærmet bar veg) per brøytetime eller per økning i beredskapen som tillater en reduksjon i syklustiden med en halvtime og hvor mye vil dette koste? (I tillegg vil man i dette eksempelet også trenge informasjon om hvordan redusert forekomst av slapseføre påvirker antall ulykker; se neste avsnitt).

Ideelt sett vil slike antakelser være basert på konkrete erfaringer fra Norge, men trolig vil man måtte supplere disse med skjønnsmessige vurderinger. Erfaringer som er rapportert i empiriske studier fra andre land, har trolig begrenset nytteverdi da andre land har andre geografiske, klimatiske, veg- og trafikkforhold og andre rutiner for vinterdriften.

4.3.5 Virkninger av føreforhold på ulykker, fart mv.

Hvordan føreforhold påvirker ulykker, fart og andre faktorer som kan inkluderes som nyttekomponenter i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser, er undersøkt i en rekke empiriske studier fra både Norge, andre nordiske land og andre land, i hovedsak USA og Canada.

Ulykker

Virkningen på trafikksikkerheten måles i endringen av antall ulykker og deres alvorlighetsgrad. Ulykkesmodeller kan benyttes som grunnlag for å finne forventingsrette ulykkestall på ulike typer veg. Med forventingsrette ulykkestall menes anslag på forventet ulykkestall i det lange løp, renset for kortsiktige tilfeldige variasjoner. Kostnader ved ulykker kan hentes fra håndbok V712. Ifølge Bardal & Jørgensen (2017) bør også kostnader knyttet til forsinkelser i trafikken etter ulykker inngå i analysen.

Hvordan vær- og føreforhold påvirker antall ulykker, er undersøkt i en rekke empiriske studier i løpet av de siste 20 årene. De fleste studiene har sammenlignet ulykkesrisiko mellom snø- og oppholdsvær. Kun få studier har undersøkt sammenhengen mellom konkrete føreforhold og ulykkesrisiko. Noen av disse er fra Finland (Malin et al., 2019) og Sverige (Norem, 2009). Ingen av dem er fra Norge. Høye (2023) oppsummerer resultatene fra slike studier som følgende:

- **Underkjølt regn og regn som fryser på bakken**, medfører større risikoøkninger enn andre føre- og værforhold. Det kan forklares både med at friksjonen som regel er betydelig lavere og at det ofte kommer overraskende.
- **Isete veg og snøslaps** har i flere studier vist seg å ha langt høyere risiko enn andre typer vinterføre (unntatt underkjølt regn), men hvorvidt risikoen er høyere på is eller snøslaps, varierer mellom studiene, trolig på grunn av ulike definisjoner.
- **Store snømengder** medfører som regel større risikoøkninger enn mindre snømengder; det gjelder trolig opp til en viss mengde, i hvert fall for alvorlige ulykker, da store snømengder som regel fører til lavere fart.

- **Overraskende snøfall eller dårlige føreforhold** fører som regel til større risikoøkninger enn mindre overraskende forhold; analysene i kapittel 3 viser flere eksempler på overraskende dårlige føreforhold, i noen ulykker på grunn av lokale forhold og i en ulykke som følge av underkjølt regn.
- **Temperaturer rundt null** grader medfører langt høyere ulykkesrisiko enn både høyere og lavere temperaturer. Tamerius et al. (2016) viser at ulykkesrisikoen er lavest ved temperaturer rundt tre plussgrader og at risikoen øker kraftig med synkende temperatur til et maksimum ved -2,5 grader, hvor risikoen er omtrent tre ganger så høy som ved tre plussgrader. Dette forklares med at nedbør ved slike temperaturer ofte medfører svært lav friksjon (underkjølt regn, snøslaps). Ved temperaturer under -3 grader synker risikoen noe, ned til omtrent 10 minusgrader hvor risikoen er omtrent dobbelt så høy som ved 3 plussgrader. At risikoen er lavere ved kaldere temperaturer enn rundt null, forklares med at kaldere snø som regel har høyere friksjon enn våt snø og is.

Resultater fra studier fra andre land kan ikke uten videre «oversettes» til konkrete effektmål (tall som beskriver virkningen på ulykker) i en nyttekostnadsanalyse for norske veger. De kan likevel, i kombinasjon med skjønnsmessige vurderinger, benyttes som grunnlag for å definere slike effektmål. Slike effektmål vil være mest pålitelige dersom de bygger på empiriske studier fra Norge om sammenhengen mellom føreforhold og ulykker som grunnlag.

Mobilitet

Vinterdriften påvirker mobilitet i den forstand at det kan føre til at folk endrer transportmiddelvalget eller tidspunkt for reiser. Dette gjelder både motorkjøretøy og gående/syklende. Mobiliteten kan påvirkes enten ved at standarden er så dårlig at vegene unngås fordi de reisende vurderer dem som for ufremkommelige eller utrygge, eller ved at vegene stenges.

Å kunne ta hensyn til slike virkninger av vinterdriftsstandarder på mobilitet, forutsetter informasjon om hvilke trafikantgrupper som ev. blir berørt i hvilket omfang, hva som er terskelverdier for at ulike trafikantgrupper endrer sin reiseatferd, og hvordan slike endringer verdsettes, samt hvilke andre konsekvenser de eventuelt har som for eksempel på næringsvirksomhet og akuttberedskap.

Fremkommelighet: Fart og reisetid

Virkninger på fremkommeligheten måles i endringer av fart og reisetid. Endringer i reisetid forutsettes verdsatt med tidsverdier oppgitt i Statens vegvesens håndbok V712, konsekvensanalyser (2021). Det bør skilles mellom tunge og lette kjøretøy og ev. mellom ulike reiseformål.

Hvordan ulike føreforhold påvirker farten, og dermed reisetiden, er undersøkt i en del nyere studier fra andre land. Vi har ikke funnet nyere studier fra Norge. Resultater fra andre land kan ikke uten videre direkte overføres til Norge på grunn av forskjeller i værforhold, vegene og trafikken, men de kan være et utgangspunkt for skjønnsmessige vurderinger.

Ideelt sett vil man definere slike effektmål ut fra konkrete fartsmålinger på ulike typer norske veger under ulike føreforhold. I tillegg til virkninger på gjennomsnittsfarten, kan man også ta hensyn til at vanskelige kjøreforhold kan føre til helt eller delvis stengte veger som følge av utforkjøringer, noe som kan være et problem især med tunge kjøretøy.

Dersom slike målinger ikke foreligger, kan man, på samme måte som for ulykker, benytte resultater fra empiriske studier som utgangspunkt for å definere konkrete effektmål til en nyttekostnadsanalyse, men man vil også være avhengig av en del skjønnsmessige vurderinger. Ideelt sett vil man gjøre empiriske studier i Norge for å få mest mulig pålitelig informasjon.

Utslipp og støy

Hvordan føreforholdene påvirker utslipp og støy fra trafikken, avhenger i hovedsak av fartsnivået. Også her vil man ideelt sett benytte konkrete målinger på norske veger (jf. avsnitt over om fart og reisetid). Hvor relevante utslipp og støy er i en nytte-kostnadsanalyse, avhenger av beliggenheten, de er mer relevante i bebygde områder enn i ubebodde områder.

Virkninger på støy vil indirekte avhenge av hvordan vinterdriften påvirker bruken av piggdekk. Økt piggdekkbruk medfører økt støy.

4.3.6 Virkninger av driftstiltak og -beredskap på ulykker, fart mv.

Hvordan vinterdriften påvirker ulykker og fart mv. er undersøkt i en rekke empiriske studier (Høye, 2023). Disse er imidlertid dels gamle, dels veldig uspesifikke (for eksempel «innføre salting» eller «økning av utgifter») og dels basert på forhold som ikke uten videre kan sammenlignes med norske vinterforhold (for eksempel britiske veger). Foreliggende empiriske studier av virkninger av vinterdrift har derfor begrenset nytte i nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser i Norge.

Ideelt sett ville man undersøke direkte virkninger av driftstiltak og beredskap i eksperimentelle studier. Det er også mulig å undersøke sammenhengene mellom de enkelte kostnads- og nyttekomponentene samt mellom liggende variabler (figur 4.2) som beskrevet i avsnittene over.

4.3.7 Andre effekter av vinterdrift

Andre effekter av vinterdriften som kan være relevante i en nyttekostnadsanalyse, er bl.a.:

- **Utslipp fra driftskjøretøy:** Dette vil bl.a. avhenge av hvilke typer kjøretøy man benytter og hvor mye disse må kjøre både mens de utfører vinterdriften og på veg til og fra vinterdriftsrodene. Informasjonskilden vil her i hovedsak være konkret informasjon om benyttede kjøretøy og deres drivstofforbruk og utslipp.
- **Miljøeffekter av salting:** Disse er undersøkt i forholdsvis mange empiriske studier. I en litteraturstudie vil man trolig finne et godt grunnlag for å estimere effekter. Man må trolig likevel tilpasse effektene til norske forhold da virkningene avhenger av mange andre faktorer som bl.a. type vegdekke, grunnforhold og nærheten til vann.
- **Korrosjonsskader på kjøretøy og infrastruktur:** Også her finnes en del empiriske studier, men langt færre enn om miljøeffekter og man vil trolig være nødt til å supplere litteratursøk med egne erfaringer og skjønnsmessige vurderinger.
- **Slitasje på vegdekker:** Piggdekkbruk øker slitasjen på vegdekker og den avhenger bl.a. av klimatiske forhold som påvirker hvor ofte og i hvilken grad vegene er isete. Også saltbruk øker slitasjen på vegdekker; saltede veger har ifølge Statens vegvesen (2011B) 25 prosent høyere slitasje enn usaltede veger.

Slike effekter er i figur 4.2 og tabell 4.1 betegnet som negative nyttekomponenter. De inngår ikke i kostnadene, men trekker ned nytten.

4.4 Samfunnsmessige og andre forhold

Hvordan vinterdrift påvirker føreforhold, trafikksikkerhet, fart mv. avhenger av en rekke bakgrunnsfaktorer (se figur 4.2), hvorav noen også kan endre seg over tid. Slike samfunnsmessige forhold kan bl.a. påvirke nødvendig omfang og kostnader for vinterdriften og hvordan vinterdriften vil påvirke ulykker, fremkommelighet mv.. Dersom slike samfunnsmessige forhold endrer seg over tid, kan også vurderingen av vinterdriftsklasser endre seg over tid.

4.4.1 Førere

Noen førerrelaterte faktorer som kan ha betydning for virkninger av vinterdriften, kan forventes å endre seg over tid, især førerpopulasjonens alderssammensetning.

Førernes alder

Temaanalysen (kapittel 2) viser at førere av utløsende enhet i ulykker hvor snø/is er medvirkende faktor, i gjennomsnitt er noe yngre enn førere i andre ulykker. Mulige forklaringer er at de yngste kjører mer under vanskelige forhold om vinteren og at de har høyere risiko. At det er relativt få eldre førere i ulykker med snø/is som medvirkende faktor, kan skyldes at de kjører mindre under slike forhold (Myers et al., 2011).

Stern et al. (2011) viser at både de yngste og de eldste førerne (henholdsvis under 19 og over 64 år) langt oftere er innblandet i ulykker under vanskelige vinterforhold enn man ville forvente ut fra kjørelengden, dvs. at de trolig har høyere risiko enn andre førere.

Hvis man forutsetter at både eldre og yngre førere har høyere risiko under vanskelige vinterforhold enn andre førere, vil endringer i førerpopulasjonens alderssammensetning kunne påvirke vinterdriftens betydning for ulykkesrisikoen. For eksempel ville man forvente en økning av risikoen hvis andelen eldre førere øker over tid. Hvilken betydning førernes alder har på ulykkesrisiko har på vinterføre, kan imidlertid også endre seg over tid. Det har i de siste årene vært en generell trend til at risikoforskjellene mellom ulike aldersgrupper har blitt mindre (Bjørnskau, 2020). I tillegg vil sikrere kjøretøy både gi bedre beskyttelse i ulykker og de kan redusere ulykkesrisikoen under vanskelige forhold. Dersom eldre førere kjører mer på vinterføre, kan dette også påvirke deres ulykkesrisiko, da økt kjøreefaring som regel medfører redusert ulykkesrisiko (Elvik, 2023).

Selv om førernes alder trolig har betydning for risikoen på vinterføre, vil det være vanskelig å ta hensyn til endringer i alderssammensetningen i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser da endringene er komplekse. Når forskjellene mellom ulike aldersgrupper i tillegg ser ut til å avta over tid, vil det trolig uansett ikke ha stor betydning for utfallet av slike analyser.

I tillegg til bilførernes alder, vil også alderen til fotgjengere og syklister ha betydning for virkningen av vinterdriften. Især for eldre personer viser mange studier at mobiliteten om vinteren kan være betydelig redusert som følge av vanskelige føreforhold. Eldre gående og syklende har trolig også høyere risiko på vinterføre.

Kjønn

Temaanalysen (kapittel 2) viste videre at førere av utløsende enhet langt oftere er menn i ulykker med snø/is som medvirkende faktor enn i ulykker hvor dette ikke er medvirkende. Dette gjelder kun førere av utløsende enhet. I de ni ulykkene hvor vinterdriftskravene var oppfylt, var også de aller fleste førere av utløsende enhet menn. Siden mange ulykker på snø/is er møteulykker, kan man likevel ikke konkludere at føreforholdene i hovedsak påvirker menn. Vi har ikke funnet andre empiriske studier som har sammenlignet ulykkesrisikoen på vinterføre mellom menn og kvinner. Førernes kjønn er dermed trolig ikke av stor betydning i nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser.

4.4.2 Kjøretøy

Kjøretøyrelaterte faktorer som kan forventes å endre seg over tid, er i hovedsak kjøretøytyper, bilenes alder, kvaliteten på bildekk, samt utbredelsen av førerstøttesystemer. En nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser bør ta hensyn til slike endringer i den grad det finnes grunnlag for det.

Kjøretøytype

Dødsulykker om vinteren skjer typisk med personbiler og tunge kjøretøy og i langt mindre grad med mopeder, motorsykler, syklistene og fotgjengere. Dette ble funnet i temaanalysen og er konsistent med at tohjulinger og fotgjengere i mindre grad kjører/går under vanskelige vinterforhold. Også i de ni ulykkene hvor kravene til vinterdriften var oppfylt (kapittel 3), var utløsende enhet utelukkende personbiler og tunge kjøretøy.

Tunge kjøretøy var ifølge temaanalysen noe oftere utløsende enhet om vinteren, spesielt i ulykker med snø/is, enn om sommeren eller i ulykker uten snø/is. I nesten alle ulykkene hvor vinterdriftskravene var oppfylt, var utløsende enhet derimot en personbil; i ulykkene hvor kravene ikke var oppfylt, var det også i de fleste ulykkene en personbil. Det er imidlertid ikke mulig å generalisere resultater som er basert på så få ulykker.

Vi har ikke funnet andre empiriske studier som har direkte sammenlignet ulykkesrisikoen på vinterføre mellom tunge og lette kjøretøy. Totalt sett har tunge kjøretøy trolig høyere ulykkesrisiko om vinteren enn lette kjøretøy, både på grunn av kjøreegenskapene og på grunn av den høye ulykkesrisikoen om vinteren blant utenlandske tunge kjøretøy (Bardal & Jørgensen, 2017; Nævestad et al., 2022). Skadegraden er i gjennomsnitt langt høyere i ulykker med tunge kjøretøy enn i ulykker hvor ingen tunge kjøretøy er innblandet (Høye et al., 2022). Likevel er det kun omtrent 10 prosent av alle drepte og hardt skadde i trafikkuulykker i Norge, som blir drept /skall i ulykker hvor et tungt kjøretøy er innblandet (Høye et al., 2022). Virkningen på fremkommeligheten kan også være forskjellig mellom tunge og lette kjøretøy. For tunge kjøretøy kommer i tillegg at de kan føre til store fremkommelighetsproblemer for andre kjøretøy, for eksempel dersom en veg må bli helt eller delvis stengt når et tungt kjøretøy har kjørt seg fast.

Dersom ett vinterdriftstiltak har ulike virkninger på tunge og lette kjøretøy, vil konklusjonen fra disse resultatene være forskjellig, avhengig av hvilke virkninger man vil prioritere. Prioriterer man virkningen på det totale antall skadde og drepte, bør virkningen av vinterdriften på lette kjøretøy prioriteres. Vil man prioritere den høyere risikoen og det høyere skadepotensialet med tunge kjøretøy, samt mulige fremkommelighetsproblemer med tunge kjøretøy, bør disse prioriteres. Vi har imidlertid ikke noe grunnlag for å si noe om ulike virkninger av vinterdriftstiltak på trafikksikkerheten for tunge vs. lette kjøretøy.

Vinterdriften kan også ha ulike virkninger på fremkommelighet og mobilitet blant ulike trafikantgrupper. Virkningen kan være forskjellig mellom tunge og lette kjøretøy og forskjellig for motorkjøretøy og gående/syklister. I tillegg kan redusert fremkommelighet for tunge kjøretøy også ha en rekke indirekte virkninger, både på annen trafikk og for godstransport og næringsvirksomhet generelt.

Her er det med andre ord stort behov for kunnskap som vil være relevant i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser. Dette gjelder især risikoen med lette og tunge kjøretøy på ulike typer vinterføre og hvordan ulike typer vinterføre påvirker gjennomsnittsfarten for lette og tunge kjøretøy.

Bilenes alder

Temaanalysen viste at biler som var utløsende enhet i ulykker hvor snø/is var medvirkende faktor, i gjennomsnitt var 2,5 år eldre enn biler som var utløsende enhet i ulykker med snø/is hvor dette ikke var medvirkende faktor. Forskjellen var imidlertid ikke statistisk signifikant. Hvis man likevel tolker den som reell, ville det bety at eldre biler har høyere risiko på snø/is enn nyere biler og/eller at de kjøres mer om vinteren.

Vi har ikke funnet andre empiriske studier som har undersøkt hvordan snø og is påvirker ulykkesrisikoen for kjøretøy i ulike aldre. Studier som har undersøkt sammenhengen mellom bilenes alder og ulykkesrisiko generelt, viser imidlertid også at eldre biler i gjennomsnitt har høyere risiko enn nyere biler, uavhengig av i hvilket år de er registrert (Høye, 2019). Dette kan skyldes dårligere teknisk tilstand, dårligere dekk og forskjeller mellom førerne.

Dermed kan bilenes alder være en relevant faktor i ulykker på snø/is. Når eldre biler i gjennomsnitt har høyere risiko, vet man imidlertid fortsatt ikke om vinterdriften har større effekt på ulykkesrisikoen blant eldre enn blant nyere biler.

Bilenes alder kan også indirekte ha betydning som følge av forskjeller i kvaliteten på bildekkene og utbredelsen av førerstøttesystemer mellom nye og gamle biler. Dette er diskutert i de neste to avsnittene.

Bilenes dekk

Hjul og dekk er en vesentlig faktor for å sikre godt veggrep. Feil på dekk, dårlige dekk og feil dekktype er derfor spesielt uheldige på snø og is, både med hensyn til ulykker og fremkommelighet. Temaanalysen viste at feil på hjul/dekk om vinteren i hovedsak forekommer når snø/is har vært medvirkende faktor og kun i svært liten grad i andre ulykker om vinteren.

At feil på dekk medfører økt ulykkesrisiko er også funnet i andre empiriske studier, både for tunge kjøretøy (bl.a. Teoh et al., 2017 og Azimi et al., 2020) og for lette kjøretøy (Choi, 2012). På snødekt veg medfører både lav mønsterdybde og feil dekktype (dvs. ikke vinterdekk) relativt store økninger av ulykkesrisikoen (Jansen et al., 2016; Woodroffe, 2016). På isete veg har mønsterdybde relativt lite å si for ulykkesrisikoen (Woodroffe, 2016), men piggdekk har i mange empiriske studier vist seg å ha betydelig bedre veggrep på is enn piggfrie dekk (Elvik, 2020). Gamle dekk har generelt dårligere veggrep og større risiko for å få skader enn nyere dekk og kan dermed også bidra til økt ulykkesrisiko både på snø/is og på bar veg (Jansen, 2016).

Førerstøttesystemer som elektronisk stabilitetskontroll er mest effektive når bilene er utstyrt med dekk som har godt veggrep. Gode dekk er dermed minst like viktige på biler med slike førerstøttesystemer som på andre biler (Woodroffe, 2016).

Disse resultatene tilsier at vinterdrift trolig har større betydning, jo flere biler som har gamle eller dårlige dekk, feil dekktype eller piggfrie dekk. For å kunne ta hensyn til slike sammenhenger i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser vil det være behov for å tallfeste både hvordan fordelingen av dekk med ulike egenskaper endrer seg over tid og hvordan dette henger sammen med både ulykker og fremkommelighet.

Førerstøttesystemer

Førerstøttesystemer som kan redusere risikoen på vinterføre, er i hovedsak:

- Elektronisk stabilitetskontroll (ESC): Biler med ESC har betydelig lavere risiko for å få skrens når friksjonen er lav.
- Varslingssystemer: I flere av ulykkene hvor kravene til vinterdriften var oppfylt, var føreforholdene «overraskende dårlige», dvs. at de enten hadde endret seg svært raskt over tid (for eksempel underkjølt regn) eller at ulykkene skjedde på steder som var spesielt utsatt for vanskelige kjøreforhold. Systemer som kan oppdage og varsle slike forhold, kan teoretisk redusere risikoen (Rämä & Innamaa, 2021). Dette kan være førerstøttesystemer i bilen, men også for eksempel kooperative systemer eller systemer hvor kjøretøyene kommuniserer med infrastrukturen.

Teoretisk kan man forvente at vinterdrift har mindre betydning for ulykkesrisikoen når mange biler har ESC og relevante varslingsystemer. ESC har allerede relativt stor utbredelse.

Varslingssystemer som kan varsle om lokale vanskelige kjøreforhold, kan i framtiden få større utbredelse. Dette kan på lang sikt føre til at vinterdriften vil få mindre betydning for trafikksikkerheten, især når det gjelder spesielt utsatte punkter eller plutselige endringer.

I en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser kan det derfor være relevant å ta hensyn til mulig økende utbredelse av slike varslingssystemer, men dette forutsetter kunnskap både om når man antar at slike systemer blir introdusert i større omfang, hvor fort man forventer at utbredelsen vil øke, og hvordan de faktisk påvirker effekten av vinterdrift.

4.4.3 Vegtyper

Det er store forskjeller mellom ulike vegtyper, både i gjennomsnittlig trafikkmengde, gjennomsnittsfart, andelen tunge kjøretøy, andel gående/syklister og ulykkesrisikoen (Høye, 2016). Slike forskjeller er viktige å ta hensyn til i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser da de danner grunnlaget for å beregne hvordan endringer i vinterdriften vil påvirke antall ulykker, fremkommelighet og andre nytteeffekter.

Temaanalysen viser at de fleste ulykker på snø/is skjer på tofeltsveger i spredtbygd strøk med farts- grense 80 km/t. Dette sier ikke noe om ulykkesrisikoen, men skyldes trolig at det mest av trafikk på snø/is kjører på slike veger. Større veger har som regel høyere vinterdriftsklasser og dermed i langt mindre grad vinterføre enn mindre veger med lavere vinterdriftsklasser.

Flere empiriske studier viser at vinterføre medfører større økninger av ulykkesrisikoen på motorveger og andre større veger enn på andre veger (Malin et al., 2019; Tamerius et al., 2016). Det kan forklares med at slike veger som regel har relativt gode kjøreforhold, slik at forskjellen i kjøreforholdene er større, samt at slike veger normalt har høyere fart (Bjørnskau, 2011). Slike forskjeller vil være relevante å ta hensyn til i en nyttekostnadsanalyse av vinterdriftsklasser og det vil følgelig være nødvendig å tallfeste forskjellene.

I tillegg kan virkningen av vinterdriften på mobilitet være forskjellig på ulike typer veg. Især på veger som også benyttes av gående og syklister, kan vinterdriftsstandarden være avgjørende, ikke bare for sikkerheten, men også for hvorvidt vegene kan benyttes (jf. avsnitt 4.3.5 om Mobilitet). I byer kan vinterdriften også være relevant i forbindelse med byvekstavtaler og generelt for endringer i fordelingen av ulike transportmidler.

4.4.4 Vær og klima

Klimatiske forhold påvirker forekomsten av ulike typer vinterføre i ulike deler av vegnettet. De kan derfor påvirke hvor mye og hvilke typer vinterdrift som kreves for å oppnå gitte minstekrav for føreforholdene. De kan også påvirke hvilke virkninger på bl.a. trafikksikkerhet, fart og miljø vinterdriftstiltak vil ha.

Temaanalysen (kapittel 2) viser at både nedbør og temperaturer rundt null forekommer omtrent like ofte i ulykker på snø/is når dette var medvirkende faktor og når dette ikke var medvirkende faktor. Gjennomgangen av ulykkene hvor snø/is har vært medvirkende faktor til tross for at vinterdriftskravene var oppfylt (kapittel 3), viste at de fleste slike ulykker skjedde i temperaturer rundt eller over null. I tillegg var det i de fleste tilfellene nedbør, for det meste våt snø, enten på ulykkestidspunktet eller kort tid før ulykken. Gjennomgangen av ulykkene viser videre at det i slike situasjoner generelt er vanskelig å definere krav som er både realistiske å oppfylle og tilstrekkelige for å sikre gode kjøreforhold.

Resultatene fra temaanalysen og gjennomgangen av ulykkene med oppfylte vinterdriftskrav sier ikke noe om risikoen ved temperaturer rundt null. Risikoen ved ulike vær- og føreforhold er undersøkt i noen empiriske studier (se avsnitt 4.3).

Hvordan forekomsten av ulike føreforhold kan endre seg i løpet av de neste ca. 30 årene, er undersøkt i noen studier med hjelp av simuleringer.

Ifølge Freistetter et al. (2022) vil temperaturene og føreforholdene i Norge, Sverige og Finland endre seg som følgende fram til ca. 2050:

- Vegbanetemperaturer øker med opptil 5-7 grad.
- Snø og is på vegene avtar med opptil 23 prosent og vanskelige kjøreforhold om vinteren avtar med opptil 19 prosent
- Antall dager hvor temperaturer svinger rundt null (nullgraderspasseringer), øker med opptil fem dager om vinteren og går ned med opptil syv dager om våren og høsten.

Også en finsk studie viser at antall dager med «vanskelige eller veldig vanskelige» kjøreforhold trolig kommer til å gå ned fram til 2055 (Saranko, 2019).

Lorentzen (2020) har undersøkt hvordan endrede værforhold vil påvirke behovet for vinterdrift i Bergen. Resultatene viser at en økning av gjennomsnittstemperaturen vil føre til en betydelig reduksjon av kostnader for vinterdriften, mens det ved en økning av gjennomsnittstemperaturen på 2,5 grader nesten ikke lenger vil være behov for vinterdrift.

Alt i alt tyder resultatene på at forekomsten av vanskelige kjøreforhold generelt sett vil gå ned. Vi antar likevel at det kan være store lokale variasjoner. Bl.a. kan man tenke seg at vanskelige forhold med temperaturer rundt null og nedbør kan øke i områder som i utgangspunktet ofte har lave temperaturer, mens den går ned i områder som i dag ofte har temperaturer rundt null. Dette kan gjøre det vanskelig å ta hensyn til langsiktige værendringer fra et overordnet perspektiv. Statens vegvesen (2011C) viser i tillegg at tidsperspektiver for klimaendringer er betydelig lengre enn tidsperspektivet for planleggingen av vinterdriften.

5 Oppsummering og diskusjon

5.1 Temaanalyse vinterdrift: Hva er en typisk vinterulykke?

I temaanalysen har vi undersøkt typiske faktorer ved dødsulykker om vinteren og sammenlignet disse med andre dødsulykker for å kunne beskrive en «typisk vinterulykke». Analysen er basert på 391 dødsulykker som skjedde i Norge i årene 2017 til 2020. I 39 av disse er snø/is på veggen vurdert som medvirkende faktor.

Resultatene viser at det er en rekke faktorer som forekommer langt oftere om vinteren på snø/is enn ellers, delvis på grunn av eksponeringen (forhold som forekommer oftere om vinteren) eller på grunn av risikoforskjeller. Typiske trekk i ulykker som skjer om vinteren og hvor snø/is på veggen har vært medvirkende faktorer i ulykken, er følgende:

- **Møteulykke:** Slike ulykker skjer ofte fordi en av bilene får skrens, og dette skjer gjerne når friksjonsforholdene er dårlige som for eksempel på snø/is.
- **Mørke uten vegbelysning og med dårlige siktforhold:** Slike forhold forekommer oftere om vinteren enn om sommeren, men de kan også øke ulykkesrisikoen.
- **Tofeltsveg i spredtbygd strøk med fartsgrense 80 km/t med siderekker og uten midtrekker:** Slike veger har i gjennomsnitt høyere ulykkesrisiko og de har lavere vinterdriftsklasser enn større veger, slik at de oftere har vanskelige kjøreforhold om vinteren.
- **Vanskelig kurve med uheldig tverrfall:** I slike situasjoner er dårlige friksjonsforhold ekstra krevende og øker risikoen for å miste kontroll over bilen. I tillegg kan veger med vanskelige kurver og uheldig tverrfall ofte ha lavere vinterdriftsklasser og dermed oftere være dekket av snø/is enn andre veger.
- **Ingen fotgjenger eller tohjuling innblandet:** Fotgjengere, syklistene og motorsyklistene ferdes langt mindre på snø/is enn ellers.
- **Tunge kjøretøy:** Tunge kjøretøy er ofte innblandet i ulykker på snø/is, typisk i møteulykker i kurver.
- **Utløsende enhet er en person-, vare- eller tungbil (ikke tohjuling eller fotgjenger) og har ofte dårlige dekk:** Dårlige dekk medfører økt ulykkesrisiko, spesielt under dårlige friksjonsforhold.
- **Fører av utløsende enhet en mann og/eller ung, han mangler gjerne kunnskap og erfaring, og er som regel verken beruset eller påvirket av helseproblemer:** Yngre menn kjører muligens mer når det er vanskelige kjøreforhold enn andre; det er også mulig at de har høyere risiko. Rus og helseproblemer medfører økt risiko, men de forekommer i langt mindre grad om vinteren enn om sommeren.
- **Utløsende enhet har høy fart etter forholdene, men kjører ikke godt over fartsgrensen:** Høy fart etter forholdene er innlysende som en typisk medvirkende faktor under vanskelige kjøreforhold. At man sjelden finner fart godt over fartsgrensen i ulykker på snø/is skyldes at det i liten grad kjøres godt over fartsgrensen.

5.2 Vinterdriftsklassenes betydning

I analysene av vinterdriftsklassenes betydning var det to hovedspørsmål:

- Hvilke elementer ved vinterdriften er av betydning og hvordan påvirker de trafikksikkerheten?
- I hvilken grad vil endringer i den faktiske og teoretiske standarden påvirke ulykkene?

Den faktiske standarden er de konkrete aktuelle føreforholdene. Den teoretiske standarden er minste-standard som er beskrevet i vinterdriftsklassene. Denne omfatter både føreforhold og friksjon, samt krav til vinterdriften som syklustider og metodevalg.

Analysene er basert på en gjennomgang av ni dødsulykker som er undersøkt i dybdestudier av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper. For å kunne vurdere mulige virkninger av endringer i vinterdriftskravene, er analysene kun basert på ulykker hvor kravene i den aktuelle vinterdriftsklassen er oppfylt, og hvor verken rus eller annen klart ulovlig og risikabel atferd var medvirkende. Hvorvidt kravene er oppfylt, er vurdert ut fra informasjon i UAG-rapportene, samt analyser av vær- og driftsdata der dette var tilgjengelig.

Resultatene av gjennomgangen og svarene på de to spørsmålene kan oppsummeres som følgende:

Syklustider: Hyppigere innsats, og følgelig kortere syklustider, kunne i syv av ni ulykker potensielt ha bidratt til bedre føreforhold. Selv om virkningen i enkelttilfeller alltid vil være usikker, vil kortere syklustider, og dermed hyppigere innsats, føre til at de vanskeligste forholdene vil ha kortere varighet og at forholdene i gjennomsnitt vil være bedre enn med lengre syklustider. Kortere syklustider hadde imidlertid i de fleste tilfellene måttet være så korte at de hadde vært vanskelige eller umulige og ekstremt dyre å praktisere.

Driftsmetoder: I de fleste ulykkene er det vurdert at endret bruk av driftsmetodene teoretisk kunne ha forbedret forholdene.

- **Salt – tilpasning til aktuelle forhold:** Salt kan brukes til ulike formål i vinterdriften og virkningene av salt er i stor grad avhengig av aktuelle lokale forhold og derfor meget vanskelige å vurdere. Saltbruk er i de fleste ulykkene vurdert som en relevant faktor ved vinterdriften, dvs. at enten mer, mindre eller annen bruk av salt teoretisk kunne ha forbedret forholdene. Den kritiske faktoren er tilpasningen til aktuelle lokale forhold. Dette er allerede tatt hensyn til i saltinstruksen som bl.a. spesifiserer at saltløsning, som kan ha vært kritisk i to av ulykkene i gjennomgangen, under visse forhold ikke skal brukes.
- **Salting i snøvær:** Som regel er salting i snøvær ikke tillatt i vinterdriftsklasse C, D og E, men i tre av ulykkene i gjennomgangen er det mulig at salting kunne ha forbedret forholdene, til tross for snøvær. Dette kan tyde på at trafikksikkerheten muligens kan forbedres hvis man i noen flere tilfeller og under spesifikke forutsetninger tillater salting i snøvær.
- **Brøyting, høvling mv.:** Økt innsats i form av brøyting eller høvling kunne muligens ha forbedret forholdene i fem av ulykkene i gjennomgangen. Dette er imidlertid meget usikkert og som ved salting er den kritiske faktoren at tiltaket er tilpasset til aktuelle lokale forhold.
- **Fastsand:** Fastsand er sand som befuktes med varmt vann ved utstrøing, slik at sanden smelter seg ned i isen før den fryser fast, noe som kan gi en betydelig forbedring av friksjonen. I tre av ulykkene i gjennomgangen kunne fastsand muligens ha forbedret føreforholdene.

Vurderingene av driftsmetodene er rent teoretiske og basert på den, ikke alltid fullstendige, informasjonen som vi hadde tilgjengelig. De kan ikke tolkes slik at det ved konkrete ulykker er begått regelbrudd eller at noen av ulykkene kunne ha vært forhindrede hvis vinterdriften hadde vært utført på en annen måte.

Værinformasjon: Spesielt for saltbruken er det en grunnleggende forutsetning at den tilpasses aktuelle forhold, noe som forutsetter korrekt værinformasjon. Dette fordi salt kan ha svært ulike og til dels motsatte effekter under ulike forhold. Også preventiv salting forutsetter per definisjon korrekt og helst langsiktig værinformasjon. Værinformasjon kan ha vært kritisk i minst tre av ulykkene hvor detaljert og korrekt informasjon muligens og rent teoretisk kunne ha bidratt til en bedre tilpasning av vinterdriften til aktuelle forhold.

Utsatte strekninger og alternative tiltak: På fire av ulykkesstedene var det spesielle lokale forhold som bidro til at vegen på disse stedene ofte var langt glattere enn på vegen for øvrig. Slike steder er det allerede i dagens standard for drift og vedlikehold (R610) mulig å definere som spesielt utsatte steder med strengere krav til vinterdriften (Statens vegvesen, 2014, håndbok R610). Strengere krav kan prinsipielt være rettet mot alle faktorene som er diskutert i avsnittene over. Alternativt kan man sette inn andre tiltak som vinterfartsgrense eller variable skilt med nedsatt fartsgrense og / eller varsling av vanskelige kjøreforhold.

5.3 Optimale vinterdriftsklasser: Behov for kunnskap og videre forskning

Formålet med denne delen av rapporten var å vurdere behovet for kunnskap og videre forskning for å utvikle optimale vinterdriftsklasse. Ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv kan man definere optimale vinterdriftsklasser slik at man får størst mulig nytte i forhold til kostnadene. Kostnadene omfatter i hovedsak kostnader for driftsinnsats (omfang og type) og for beredskapen. Positive nyttekomponenter er i hovedsak trafikksikkerhet (færre ulykker) og fremkommelighet (reduert reisetid og driftskostnader for kjøretøy). I tillegg kan vinterdrift ha utilsiktede virkninger, i hovedsak skadevirkninger av salt (miljøeffekter, korrosjon på kjøretøy og infrastruktur, vegslitasje) og utslipp fra driftskjøretøy. Relevante bakgrunnsfaktorer som kan påvirke både kostnader, nytten og sammenhengene dem imellom, er i hovedsak geografiske, vær-, veg- og trafikkforhold. Slike forhold kan endre seg over tid og dermed også endre sammenhengene mellom de enkelte faktorene som inngår i en nyttekostnadsanalyse.

For å vurdere forholdet mellom kostnader og nytte, trenger man kunnskap om de enkelte elementene som inngår i nyttekostnadsanalysen, hvordan de henger sammen og hvordan bakgrunnsfaktorene påvirker dem. Det kan også være relevant å ta hensyn til forventede framtidige endringer av relevante samfunnsmessige faktorer.

For å vurdere det konkrete kunnskapsbehovet, må man først beskrive hvordan nyttekostnadsanalysen skal gjennomføres. Generelt sett kan man gjøre nyttekostnadsanalyser av vinterdrift på ulike nivåer: For enkelte vegstrekninger eller mindre områder, for alle veger i hele landet innenfor samme vinterdriftsklasse, eller for alle veger i alle vinterdriftsklasser. For å vurdere optimale vinterdriftsklasser, vil det tredje alternativet være det mest relevante. Dvs. at man deler vegnettet inn i vinterdriftsklasser, og beregner alle kostnads- og nyttekomponentene for alle vegene innenfor hver klasse. Dette forutsetter kunnskap om sammenhenger mellom kostnader og nytte på et relativt overordnet nivå. Det betyr bl.a. at man trenger informasjon om samlede kostnader for driftskjøretøy (ikke kostnadene for ett konkret kjøretøy) og informasjon om gjennomsnittlige samlede miljøeffekter per tonn salt (ikke om miljøeffekten av en gitt saltmengde på en konkret vegstrekning).

Vi oppsummerer her i generelle trekk hvilken kunnskap som vil være relevant i en slik nyttekostnadsanalyse.

Kostnader: Man trenger informasjon om hvordan krav i vinterdriftsklassene vil påvirke kostnadene for vinterdriften på de vegene hvor de vil være gjeldene. Dette omfatter kostnader for både gjennomføring av tiltak og beredskap.

Ideelt sett vil dette være basert på konkrete erfaringsverdier, men må trolig suppleres med teoretiske beregninger, samt faglige og skjønnsmessige vurderinger. Kostnadene vil i stor grad avhenge av kravene i vinterdriftsklassene til godkjente føreforhold, syklustider og metodebruk. En vesentlig faktor som påvirker kostnadene, er værforholdene. For å vurdere dette er det i en rekke studier utviklet vinterindekser som beskriver værforhold med indikatorer som er direkte relevante for konkrete vinterdriftstiltak.

Kostnader vil også oppstå for bl.a. vær- og veginformasjon (drift av værstasjoner og ev. utbygging av disse) og administrasjon. Slike kostnader vil i mindre grad avhenge av de konkrete kravene i vinterdrifts-klassene. Kostnadene for vær- og veginformasjon kan tenkes å være høyere for strengere krav, for eksempel ved at man er avhengig av presise værvarslinger for å kunne overholde korte tidsfrister under skiftende forhold.

Virkninger av vinterdriftstiltak på ulykker, fremkommelighet og mobilitet: For å kunne gjøre nyttekostnadsanalyser av vinterdriftsklasser, må man ha informasjon om hvordan spesifikke krav i vinterdrifts-klassen (for eksempel en syklustid for strøing på 1,5 istedenfor 2,0 timer) vil påvirke bl.a. fart og antall ulykker på alle vegene hvor denne driftsklassen skal gjelde. Dersom det er vanskelig å få fram slik informasjon med kontrollerte empiriske studier, kan man estimere sammenhengene ved hjelp av sammenhenger mellom:

- Kravene til vinterdrift og utført vinterdrift
- Utført vinterdriften og føreforholdene
- Føreforholdene og ulykker, fremkommelighet (fart/reisetid) og mobilitet
- Utført vinterdrift og øvrige nyttekomponenter (skadevirkninger av salt mv.).

Det finnes en rekke empiriske studier som har undersøkt slike sammenhenger, men de fleste av dem er utført i andre land og resultatene kan ikke uten videre overføres til Norge. Det vil derfor være en fordel å undersøke sammenhengene på norske veier under norske forhold.

Andre virkninger av vinterdriftstiltak: Også om andre virkninger av vinterdriftstiltak trenger man informasjon og også den vil ideelt sett være basert på norske studier. Dette gjelder i hovedsak virkninger av salt som i stor grad avhenger av lokale forhold som geografi og nærhet til vann (miljøeffekter), samt infrastruktur som kan være påvirket av vegsalt (korrosjonsskader og vedlikehold av vegdekker).

Samfunnsmessige og andre forhold: Det finnes en rekke samfunnsmessige og andre forhold som påvirker både behovet, og dermed kostnadene, for vinterdrift og hvordan vinterdriften vil påvirke de ulike nyttekomponentene. Dette er i hovedsak følgende forhold:

- **Sammensetningen av kjøretøyparken** med hensyn til bilenes alder og/eller utbredelsen av kjøretøy med dekk med ulike egenskaper. Dekkene har stor betydning for ulykkesrisikoen på vinterføre, og det vil være behov for å tallfeste både hvordan fordelingen av dekk med ulike egenskaper endrer seg over tid og hvordan dette henger sammen med både ulykker og fremkommelighet.
- **Utbredelsen av førerstøttesystemer som kan redusere risikoen på vinterføre:** Dette gjelder i hovedsak systemer som kan varsle om vanskelige kjøreforhold. I en nyttekostnadsanalyse vil det derfor være relevant å ha kunnskap om når slike systemer blir introdusert i større omfang, hvor utbredelsen vil øke, og hvordan de vil påvirke effekten av vinterdrift.
- **Andelen tunge kjøretøy:** Dette har betydning da tunge og lette kjøretøy påvirkes ulikt av vinterdrift. Den mest relevante informasjonen som man trenger i nyttekostnadsanalyser, er andelen tunge kjøretøy på ulike typer veg og utviklingen av denne over tid, samt hvordan ulike typer vinterføre påvirker ulykkesrisikoen og gjennomsnittsfarten blant lette og tunge kjøretøy. Dette omfatter også indirekte virkninger som fremkommelighetsproblemer etter havarier eller utforkjøringer med tunge kjøretøy.
- **Vegtyper:** Man vil ha behov for informasjon om forskjeller mellom ulike vegtyper med hensyn til gjennomsnittlig trafikkmengde, gjennomsnittsfart, andelen tunge kjøretøy og ulykkesrisikoen. Slike faktorer danner grunnlaget for å beregne hvordan endringer i vinterdriften vil påvirke antall ulykker, fremkommelighet og andre nytteeffekter.

- **Vær:** Værforholdene påvirker i stor grad behov for vinterdriften og hvordan ulike metoder påvirker føreforholdene og dermed ulykker og fart. Det er især forekomsten av vanskelige forhold med temperaturer rundt null og nedbør, samt skiftende forhold, som påvirker vinterdriften. Dersom forekomsten av slike forhold endrer seg vesentlig innenfor tidsrammen for en nyttekostnadsanalyse, vil dette kunne påvirke resultatene.

Alternative og supplerende tiltak: Vinterdriftstiltak kan suppleres med andre tiltak som for eksempel nedsatt fartsgrenser eller variable skilt som styres etter lokal vær- og føreinformasjon. Slike tiltak kan bidra til å redusere ulykkesrisikoen og dermed være relevante fra et nullvisjonsperspektiv. Dette kan være spesielt relevant på steder hvor det er vanskelig eller umulig med vinterdriftstiltak å forhindre tidvis ekstremt dårlige forhold.

Referanser

- Arvidsson, A.K. (2017). The Winter Model – A new way to calculate socio-economic costs depending on winter maintenance strategy. *Cold Regions Science and Technology* 136 (2017) 30–36.
- Azimi, G., Rahimi, A., Asgari, H., & Jin, X. (2020). Severity analysis for large truck rollover crashes using a random parameter ordered logit model. *Accident Analysis & Prevention*, 135, 105355.
- Bardal, K. G., & Jørgensen, F. (2017). Valuing the risk and social costs of road traffic accidents–Seasonal variation and the significance of delay costs. *Transport Policy*, 57, 10-19.
- Bjørnskau, T. (2020). Risiko i veitrafikken 2017/18. TØI rapport 1782/2020. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (2011). Sikkerhetseffekter av salting. TØI rapport 1171/2011. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Choi, E. H. (2012). Tire-related factors in the pre-crash phase. Report No. DOT HS, 811, 617.
- Elvik, R. (2023). Driver mileage and accident involvement: a synthesis of evidence. *Accident Analysis & Prevention*, 179, 106899.
- Elvik, R. (2020). Piggdekk. Kapittel 4.2, Trafikksikkerhetshåndboken. <https://www.tshandbok.no/del-2/4-kjoeretoeyteknikk-og-personlig-verneutstyr/doc674/> (last accessed 19. januar 2023).
- Freistetter, N. C., Médus, E., Hippi, M., Kangas, M., Dobler, A., Belušić, D., ... & Partanen, A. I. (2022). Climate change impacts on future driving and walking conditions in Finland, Norway and Sweden. *Regional Environmental Change*, 22(2), 1-13.
- Hesjevoll, I.S., Sagberg, F., Høye, A.K., & Elvik, R. (2022). Dødsulykker innenfor og utenfor Nullvisjonens systemgrenser - Egenskaper ved dødsulykker i Vegtrafikken og potensial for reduksjon basert på Statens vegvesens ulykkesanalyser (UAG) i perioden 2017-2020. TØI-Rapport 1887/2022.
- Høye, A.K. (2019). Vehicle registration year, age, and weight – Untangling the effects on crash risk. *Accident Analysis and Prevention*, 123 (2019), 1-11.
- Høye, A.K. (2016). Utvikling av ulykkesmodeller for riks- og fylkesvegnettet i Norge (2010-2015). TØI-Rapport 1522/2016.
- Høye, A.K., Elvik, R., & Nævestad, T.O. (2022). Trafikksikkerhet for tunge kjøretøy. TØI-Rapport 1922/2022.
- Høye, A.K. (2023). Vinterdrift. Trafikksikkerhetshåndboken, kapittel 2.6. www.tshandbok.no.
- Jansen, S., Schmeitz, A., Maas, S., Rodarius, C., & Akkermans, L. (2016). Study on some safety-related aspects of tyre use. Report TNO 2014 R11423-v2.
- Kärki, O. (2020). Guidelines for winter maintenance in Finland. Finnish Transport Infrastructure Agency, Winter Road Congress 12.-13.2.2020 Tampere.
- Lorentzen, T. (2020). Climate change and winter road maintenance. *Climatic Change*, 161(1), 225-242.
- Malin, F., Norros, I., & Innamaa, S. (2019). Accident risk of road and weather conditions on different road types. *Accident Analysis & Prevention*, 122, 181-188.
- Myers, A. M., Trang, A., & Crizzle, A. M. (2011). Naturalistic study of winter driving practices by older men and women: Examination of weather, road conditions, trip purposes, and comfort. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 30(4), 577-589.

- Nævestad, T.O., Hovi, I.B., Caspersen, El. & Bjørnskau, T. (2022). Ulykkesrisiko for tunge godsbiler på norske veger: Sammenlikning av norske og utenlandske aktører. TØI-Rapport 137/2022.
- Rambøll (2010). SaltSMART - En kartlegging av funksjonskontraktenes krav og insitamant til vinterdrift.
- Rämä, P., & Innamaa, S. (2020). Safety assessment of local cooperative warnings and speed limit information. *IET Intelligent Transport Systems*, 14(13), 1769-1777.
- Saranko, O. (2019). Modelling winter conditions of streets and pavements in a changing climate. University of Jyväskylä, Department of Physics.
- Statens vegvesen (2011A). Optimal vinterdrift? Sluttrapport Februar 2011.
- Statens vegvesen (2011B). Tilstandsutvikling på vegnettet. Vegdirektoratet, Rapport nr. 26.
- Statens vegvesen (2011C). Vinterdrift i endret klima. Statens vegvesens rapporter, nr. 74.
- Tamerius, J.D., Zhou, X., Mantilla, R., Greenfield-Huitt, T. (2016). Precipitation effects on motor vehicle crashes vary by space, time, and environmental conditions. *Weather. Clim. Soc.* 8, 399–407.
- Teoh, E. R., Carter, D. L., Smith, S., & McCartt, A. T. (2017). Crash risk factors for interstate large trucks in North Carolina. *Journal of Safety Research*, 62, 13-21.
- Walker, C. L., Hasanzadeh, S., Esmaili, B., Anderson, M. R., & Dao, B. (2019). Developing a winter severity index: A critical review. *Cold Regions Science and Technology*, 160, 139-149.
- Woodrooffe, J. (2016). Ten surprising findings about winter tires: It is not just about snow (No. SWT-2016-10). Report No. SWT-2016-10). Ann Arbor: University of Michigan.
- Zhang, K., & Kevern, J. (2021). Review of porous asphalt pavements in cold regions: The state of practice and case study repository in design, construction, and maintenance. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, 2, 1-17.

TØI er et anvendt forskningsinstitutt som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
0349 Oslo
Norge

E-post: toi@toi.no

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gautstadalléen 21.

Hjemmeside: www.toi.no

