

# **North-Norwegian avalanche victims: a retrospective observational study**

MED-3950 5.-årsoppgave – Profesjonsstudiet i medisin ved Universitetet Tromsø

Julia Fieler MK-08

Veileder Knut Fredriksen

**Tromsø vår 2013**

<b>Resymé</b> .....	<b>3</b>
<b>Introduksjon</b> .....	<b>4</b>
<b>Material og metode</b> .....	<b>7</b>
<b>Resultater</b> .....	<b>10</b>
<i>Inkluderte, demografi og fordeling på ulykkeskategori</i> .....	<b>10</b>
<i>Aktivitet og antatt dødsårsak</i> .....	<b>11</b>
<i>Beslutningsgrunnlaget for å fastslå dødsårsak</i> .....	<b>12</b>
<i>Behandlingsforsøk</i> .....	<b>13</b>
<b>Diskusjon</b> .....	<b>15</b>
<b>Konklusjon</b> .....	<b>19</b>
En stor takk rettes til .....	<b>20</b>
<b>Referanser/Kilder</b> .....	<b>21</b>
<b>Appendix</b> .....	<b>23</b>
1. Statistikk over norske snøskredoffer siste 40 år .....	<b>23</b>
2. Oversikt over tidligere studier .....	<b>24</b>
3. Overlevelseskurven .....	<b>25</b>
4. Algoritme for resuscitering ved snøskredulykker .....	<b>26</b>
5. Definisjoner .....	<b>27</b>

## Resymé

Rescue and treatment of Norwegian avalanche victims is based on international guidelines from Central European and North American studies. However, the distribution of death causes in avalanches in our country has never been investigated earlier. For this reason we studied the 30 avalanches with fatal outcome in North Norway and Spitzbergen during 1996-2012. We wanted to assess the feasibility of retrospective record research to study the causes of death. We searched reports from the rescue teams and the medical records from institutions that received the avalanche victims to determine the most likely cause of death.

During the 16 years studied, 48 persons died in 30 avalanche accidents. 39 of these (81%) were killed during outdoor recreational activities, 5 (10%) in vehicles on roads and 4 (8%) in buildings. Only 5 (10%) casualties underwent autopsy. Asphyxia was the most common cause of death with 22 (46%) of the fatalities. Trauma was the main cause of death in 8 (16%) cases, drowning in 5 (10%), and the diagnosis mors subita was used in 2 cases (4%). We could not find appropriate documentation from 9 (19%) fatalities. The majority of the casualties in the outdoor activity group were men (77%) and the mean age was 38 years. The study shows a correlation between being caught in topographical traps and severe trauma, and between not being buried in the snow and trauma. 35 casualties were pronounced dead at the scene, and the clinical documentation of these cases was in several cases not sufficient to reassess the cause of death.

Despite some missing data, we conclude that the incidence of severe trauma in Norwegian avalanche casualties is higher than previously expected. This may suggest that a relatively high proportion of the fatalities cannot be rescued alive, even with rapid extrication from the avalanche. A prospective national systematic registry, focused on the pathophysiology of avalanche injuries with post mortem imaging studies and autopsies could help to improve our knowledge of death mechanisms in the future.

**Key words:** Avalanche – Asphyxia – Trauma – Hypothermia – on-site treatment – mountain rescue

## Introduksjon

Forekomst av alvorlige skredulykker har økt de siste årene, samtidig som det har vært en økning i ferdsel og risikoaksept i skredutsatt terreng (Zweifel et al. 2012, Horgen 2010). Gjennomsnittlig antall omkomne over de siste 150 årene er 10-11 personer per år (SSB), men mange av disse har omkommet i store skredkatastrofer hvor hele gårder eller bygder har blitt nærmest utslettet. Slike katastrofer er sjeldne og rammer bare 3-4 ganger hvert århundre, men har bidratt til å heve gjennomsnittet. Norges Geotekniske Institutt (NGI, [www.ngi.no/no/snoskred/Ulykker/](http://www.ngi.no/no/snoskred/Ulykker/) sist besøkt 02.06.2013) har de siste 40 årene beregnet et gjennomsnitt på 5,3 døde i snøskredulykker. Siden 2002 har NGI og redningstjenesten laget omfattende rapporter om meteorologiske, geotekniske og redningstekniske forhold ved skredulykker, derfor vet vi at de fleste dødsfallene det siste tiåret skjer i forbindelse med friluftaktiviteter (79 %), mens 11 % blir drept vei, og 10 % i bygninger (NGI, appendix 1). Gjennomsnittsalder for omkomne i skred i Norge er 33 år, og 80 % er menn (A. Lunde, pers. komm.), og utenlandske undersøkelser har vist at kvelning (asfyksi) er vanligste dødsårsak, fulgt av mekaniske traumer, mens hjertestans på grunn av nedkjøling forekommer sjeldent (Boyd et al. 2009, Brugger et al. 2009, McIntosh 2007, Hohlrieder 2007, Tought and Butt 1993). En oversikt over dødsårsaker i tidligere studier er vist i Appendiks 2.

Prehospitalt retningslinjer for behandling av skredtatte i Norge bygger på omfattende forskning fra Sentral-Europa (Brugger et al. 2002, Brugger et al 2001, Brugger et al 1997, Falk et al. 1994). Behandlingsalgoritmen for skredofre som har vært fullstendig begravd i skredet er utarbeidet av International Commission for Alpine Rescue (ICAR), og de første offisielle retningslinjene ble publisert i 2002 (Brugger et al 2002) og sist revidert i 2013 (Brugger et al 2013). Retningslinjene fokuserer på fire kritiske prognostiske faktorer: 1) hvor lenge ofret har vært begravd, 2) hvorvidt det kan påvises en luftlomme omkring pasientens nese og munn, 3) pasientens kjernetemperatur, og 4) kaliumkonsentrasjon i serum. Det er viktig å poengtere at de refererte undersøkelsene og algoritmen kun tar for seg fullstendig begravde skredofre, og de utelukker derfor pasienter som er utsatt for mekaniske traumer uten å ha vært begravd under snømassene.

Undersøkelsene fra sveitsiske skredulykker (Falk et al. 1994, Brugger et al. 2001) kom fram til "overlevelseskurven" for helt begravde skredofre (vist i Appendix 3) som dannet grunnlaget for dagens internasjonale behandlingsalgoritmer. Sentralt i fortolkningen av kurven er at sannsynligheten for å overleve var hele 91 % de første 18 minuttene, og derfor måtte det satses maksimalt på rask kameratredning de første minuttene. Sannsynligheten for å overleve falt så bratt fram til 35 minutter, og forfatterne antok at asfyksi var viktigste dødsårsak i denne fasen. Deretter flater kurven ut i en platåfase som ble tilskrevet at ofrene døde av gradvis økende hypoksi og hyperkapni. Det har vært stilt spørsmål om hvor generaliserbare de store mellomeuropeiske studiene var for andre fjellområder i verden, og i en kanadisk studie fra 2011 (Haegeli et al. 2011) ble overlevelseskurvene til sveitsiske og kanadiske skredofre sammenlignet og det

ble funne et raskere fall i sannsynlig overlevelse i den første fasen ved kanadiske ulykker, men samme platåfase som i Sveits. Forskjellen ble antatt å skyldes forskjeller i topografi, klima og snøens beskaffenhet mellom de to områdene.

Det nye ved "overlevelseskurven" var at sannsynligheten til å overleve etter å ha blitt tatt av snøskred falt dramatisk etter de første 18 minuttene, og denne kunnskapen har bidratt til utvikling av tekniske hjelpemidler for å unngå å bli begravd eller for å bli gravd fram raskt, dersom man skulle bli tatt av skred. To av hjelpemidlene, skredsekk og sender/mottaker, har en dokumentert effekt på overlevelsesmulighetene (Brugger et al. 2007, Hohlrieder et al. 2005), men i nyere litteratur blir den menneskelige faktoren ved skredulykker vektlagt i stadig større grad (Atkins 2000).

Det finnes per i dag ingen norsk forskningsbasert dokumentasjon på dødsårsaker ved skredulykker, med unntak av Stalsberg og medarbeideres funn ved obduksjon av 12 skredofre fra to nordnorske ulykker på 1980-tallet (Stalsberg 1989). Forfatterne konkluderte med at hovedårsaken til død hos de omkomne var asfyksi, men det ble også funnet mekaniske skader hos noen. Studien viste at det er vanskelig å skille mellom asfyksi og traume som primær dødsårsak. Obduksjonsserien omfatter kun skredofre fra to skredhendelser fra Nord-Norge og det er derfor usikkert hvor generaliserbar den er. Det er heller ikke publisert tilsvarende detaljerte og omfattende obduksjonsresultater fra skredulykker internasjonalt.

Det er ikke usannsynlig at traumer kan være oversett som primær dødsårsak eller bidraende faktor. Forekomsten av mekaniske traumer har vært rapportert til 5,8 % i Østerrike (Hohlrieder et al. 2007) og 5,4 % i nordlige deler av USA (McIntosh et al. 2007). Seinere har Boyd og medarbeidere hevdet at så mange som 24 % av kanadiske omkomne døde av traumer, og dessuten bidro traumer sammen med asfyksi ved ytterligere 13 % av dødsfallene. Denne kanadiske studien viste også at kun 48% av de som døde av traume var fullstendig begravd. Videre beskrev Boyd et al. at små traumer i muskler og skjelett kan fremskynde kvelningsprosessen hos den skredtatte, og derfor føre til at pasienten dør i en kombinasjon av asfyksi og traume. Dette kan være vanskelig å skille ved undersøkelse post mortem (Boyd et al. 2009). Forekomsten av mekaniske skader som dødsårsak i de sveitsiske studiene bak "overlevelseskurven" var antakeligvis lav, og kurven ble basert kun på fullstendig begravde personer (Falk et al. 1994, Brugger et al. 2001). Mange omkommer imidlertid av traumer uten å ha blitt begravd (Boyd et al. 2009). Frekvensen av alvorlige mekaniske skader er derfor viktig for å forstå sannsynligheten for å overleve en skredulykke og hva som er riktige prioriteringer i redningsarbeid og medisinsk akuttbehandling.

Redningsarbeidet ved skredulykker skjer ofte med en viss grad av risiko for redningsmannskapene, og vi ønsker i denne studien å belyse forholdene i Norge for å skaffe et solid beslutningsgrunnlag for planlegging av innsatsen ved skredulykker. Det er ikke kjent om de norske skredulykkene ligner på de sveitsiske eller kanadiske ulykkene, og vi vet lite om hvor godt dokumentert dødsårsak er i eksisterende pasientjournaler. Det er mulig at kun en prospektiv registrering av dødsårsaker vil kunne gi gode svar, men før en slik omfattende

nasjonal registrering kan rettferdiggjøres bør man vite om hva som allerede finnes dokumentert i pasientjournaler. Vi har analysert retrospektivt redningsteknisk dokumentasjon og medisinske journalopplysninger fra dødsulykker for å vurdere foreliggende dokumentasjon av dødsårsak og finne fordelingen av sannsynlige dødsårsaker ved skredulykker i Norge de siste 15 årene.

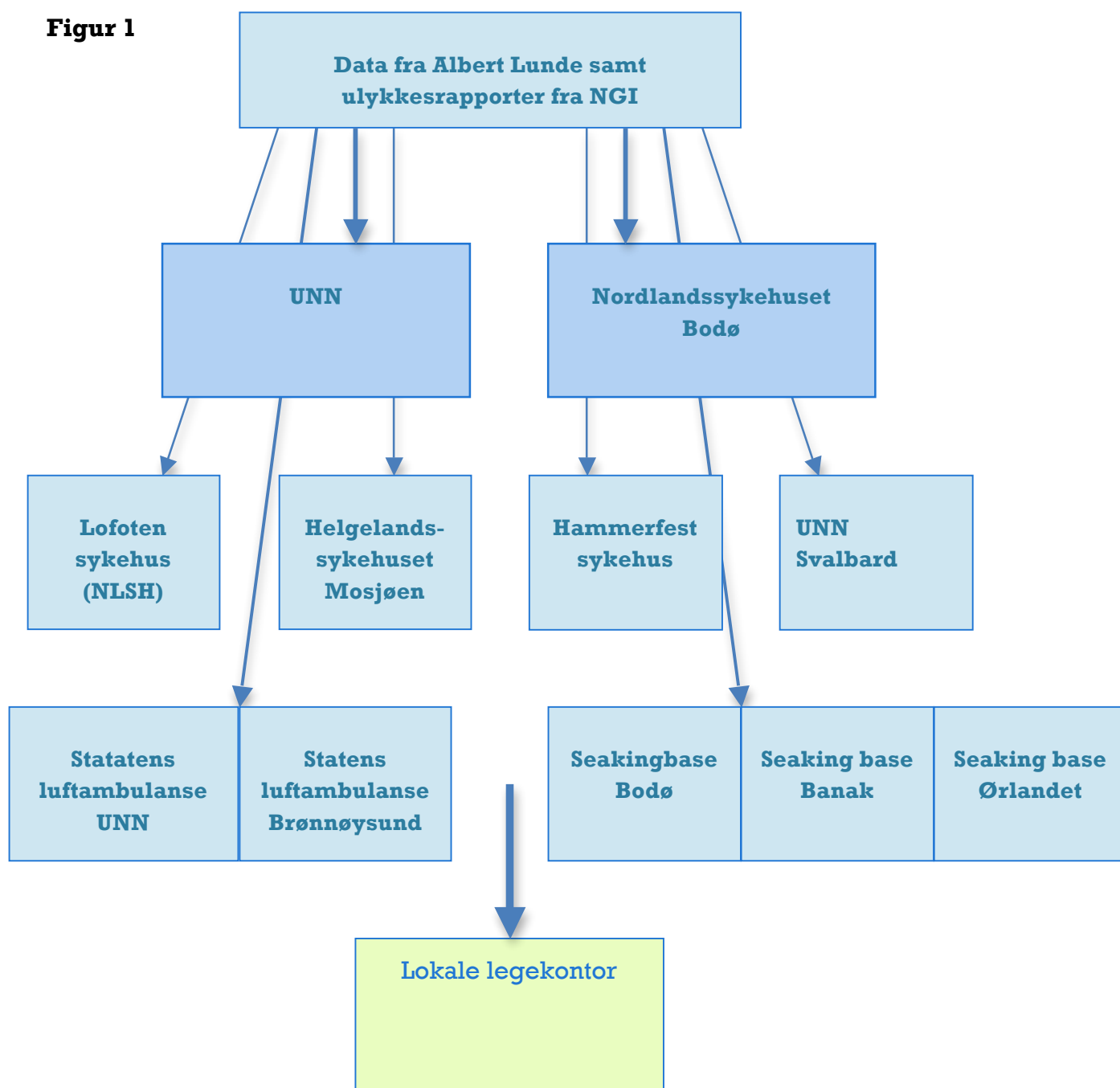
## Material og metode

Studien er en retrospektiv journalbasert gjennomgang av redningstekniske og medisinske data fra alle dødsulykker ved snøskred i Nordland, Troms, Finnmark og Svalbard i årene 1996-2012. Oppgaven er del av en større studie som dekker hele Norge (Fieler, Lunde og Fredriksen, manuskript under utarbeidelse). En nasjonal database over redningstekniske og operative forhold ved snøskredulykker (Lunde, upubliserte data) ble brukt til å identifisere 90 omkomne i Norge i studieperioden, hvorav 48 ble drept i ulykker i de tre nordligste fylkene og Svalbard.

Redningstekniske og geografiske data ble hentet i den nevnte databasen, rapporter fra NGI og FORF (Frivillige Organisasjoners Redningsfaglige Forum), og medisinske data ble samlet inn fra pasientjournaler ved involverte kommunelegekontor, sykehus og luftambulansebaser. Forflytning av pasienter ble sporet ved gjennomgang av journalene. Neste behandlingsledd ble identifisert, og leger som var involvert i behandling eller utfylling av dødsmelding ble kontaktet per telefon ved behov. Oppsporingsveier for medisinske data og involverte institusjoner er vist i flytskjemaet i Figur 1. Data ble registrert i et regneark (MS Excel® versjon nr 12.2.3) for enkle tellinger og beregning av median, variasjonsbredde, gjennomsnitt og kvartiler. Variablene ble delt inn i fire kategorier: redningstekniske data, prehospitale medisinske data, intrahospitale medisinske data og resultater. Under redningstekniske registrerte vi tidsakse, funndybde på den skredtatte, tilstedeværelse av luftlomme og medbrakt utstyr for egensikring. Redningstekniske data ble hentet fra NGI- og FORF-rapporter, samt prehospitale journaler fra helsepersonell på ulykkesstedet. Under prehospitale data registrerte vi om pasienten ble erklært død på skadestedet, kliniske funn, kroppstemperatur og om den forulykkede ble intubert. Prehospitale data ble hentet fra luftambulansjournaler, prehospitale notater i sykehusets pasientjournal fra helikopterlege og lokale legekantorers pasientjournal. Under intrahospitale data ble det registrert kroppstemperatur, kliniske funn, billeddiagnostikk, blodgassverdier, forsøk på revarming, kirurgiske inngrep, intensivopphold og eventuell utført obduksjon. Intrahospitale data er hentet fra sykehusjournal på de respektive sykehusene. Data fra forskjellige kilder ble sammenlignet for å fastslå dødsårsak.

For å tilstrebe mest mulig objektiv fortolkning av innsamlede data ble det brukt et forhåndsdefinert skjema. Vi vektla objektive kliniske tegn: pupiller, Glasgow Coma Score (GCS), hjerterytme, kroppstemperatur, funn ved billeddiagnostikk, laboratorieresultater og obduksjonsfunn hvis slike undersøkelser var blitt utført. Basert på dokumenterte funn klassifiserte vi pasientene etter antatt dødsårsak til en av fem kategorier: asfyksi, traume og kombinasjon av asfyksi og traume, drukning og mors subita. Asfyksi har vært satt som dødsårsak der man har funnet pakket snø i munn og nese ved utgraving, blå ansiktsfarge som tegn på deoksygenering av sirkulerende blod, og der alle andre undersøkelser tyder på at pasienten ikke var utsatt for traume, men var fullstendig begravd. Traume ble

**Figur 1**



**Flytskjema for datainnsamling:** Data fra Albert Lunde med dato for ulykke og i de fleste tilfeller pasient-ID og redningsressurser i innsats ble nøye demografisk systematisert. De ble videre samkjørt med ulykkesrapporter fra NGI og FORF. Datainnsamlingen startet ved de to sykehusene med flest tilfeller av snøskredofre UNN og dernest NLSH Bodø. Deretter jobbet vi oss gjennom luftambulansjournalene og seakingjournalene samtidig som vi kontaktet de aktuelle lokalsykehusene for eventuelle journaler og dødsmeldinger. Da vi hadde hentet ut alle tilgjengelige journaler fra sykehus, luftambulans og seaking gikk vi over til å kontakte de aktuelle legekantorene for å få tilgang på dødsmeldinger og eventuelle journalnotater på de som er blitt erklært døde prehospitalt av lokal lege. Obduksjonsrapporter er hentet ut via patologisk avdeling UNN.



påvist med obduksjon, påviste brudd og feilstillinger ved legeundersøkelse eller ved billeddiagnostikk. I de tilfeller der det var tvil om traumet eller asfyksien har vært primær dødsårsak ble årsak kategorisert som kombinasjon av traume og asfyksi, når traumet var så omfattende at overlevelse ville være vanskelig selv om skredofferet hadde overlevd asfyksien. Drukningstilfellene var åpenlyse. Mors subita ble brukt for to omkomne der denne diagnosen var blitt ført på dødsmeldingen, og det ellers ikke fantes sikre dokumenterte funn som kunne klassifisere den omkomne.

Vi har valgt å ikke presentere statistikk på kommunenivå og viser ingen oversikt over enkeltpersoner, da antallet ulykker er lavt og omstendigheter og presenterte funn ville kunne gjøre det mulig for mange å identifisere enkeltindivider.

Viktige definisjoner brukt under datainnsamlingen er vist i Tekstboks 1.

<p><b>Tekstboks 1: Definisjoner brukt i oppgaven</b></p> <p><b>Åpent lende (friluft)</b> Ulykkeskategori definert som personer tatt under fritidsaktivitet i åpent terreng. Gruppen består av frilufsaktiviteter som ski, snowboard, snøscooter, klatring eller fotturisme.</p> <p><b>Bygning</b> Personer rammet av snøskred i hus eller hytte.</p> <p><b>Vei</b> Personer rammet av snøskred i kjøretøy på vei.</p>	<p><b>Luftlomme</b> Tilstedeværelse av luftrom med mulighet for gassutveksling foran nese eller munn. En pasient har per definisjon ikke luftlomme dersom nese og munn er pakket med snø.</p> <p><b>Fullstendig begravd</b> Personer der hodet og thorax er dekket med snø. Alle andre tilfeller klassifiserer til kategorien ikke fullstendig begravd.</p>
---	---

Prosjektet er godkjent av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk Nord (REK Nord, 2012/1914). Skriftlig tillatelse til tilgang til rapporter fra rettsmedisinske obduksjoner ble innhentet fra Riksadvokaten, og oversikt over meldte dødsårsaker ble forsøkt innhentet fra Dødsårsaksregisteret, men svar fra SSB foreligger fortsatt ikke 03.06.13.

## Resultater

### *Inkluderte, demografi og fordeling på ulykkeskategori*

Vi inkluderte 48 personer som hadde omkommet i snøskred i Nord Norge perioden 1996 til 2012. De omkomne fordelte seg på 30 skredulykker, og de utgjør litt over halvparten av de i alt 90 som omkom i skred i Norge i denne perioden. 81 % av de nordnorske skredofrene omkom i ulykker som skjedde i åpent lende, og Troms hadde flest skreddødsfall i regionen, med 60 % av de omkomne. På landsbasis utgjør dødsulykkene i Troms 32% av alle skredulykker i samme tidsrom.

Tabell 1 viser antall omkomne i materialet fordelt på ulykkesfylke og skredkategori.

Fylke	Antall omkomne	Fritt lende	Bygning	Vei
<b>Troms</b>	29	22	2	5
<b>Nordland</b>	12	10	2	-
<b>Svalbard</b>	4	4	-	-
<b>Finnmark</b>	3	3	-	-
<b>Totalt</b>	<b>48</b>	<b>39</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Tabell 1: Fordeling av omkomne i nordnorske skredulykker i tidsrommet 1996 – 2012 på ulykkesfylke og skredkategori (se tekstboks 1). n=48

De aller fleste omkomne tilhørte ulykkeskategorien “åpent lende”, i tråd med den observerte utviklingen av økende fritidsaktiviteter i eksponert terreng. Hele 27 av de 30 ulykkene skjedde i åpent lende, og involverte personer som drev med friluftaktivitet når de ble tatt av skredet. I denne gruppen var det 77% menn, og gjennomsnittsalderen var 38 år. Median alder var 35 år (variasjonsbredde 19 – 59, interkvartiler 28 - 47). For de som ble rammet i bygning eller hus var median alder høyere (60 år, variasjonsbredde 46 – 76). I gruppen med skred i åpent lende kom 9 personer fra andre land enn Norge, og to av ulykkene involverte guidede grupper.

Vi fant dokumentasjon på bruk av egensikringsutstyr i form av sender-/mottaker hos 35 personer i kategorien åpent lende. Bruk av sender-/mottaker-utstyr er blitt mer vanlig de siste årene, og vi har i vårt datamateriale ikke registrert bruk av sender-/ mottaker før 2007. Av de 35 der man hadde data på om de skredtatte hadde eller ikke hadde slikt utstyr, var 13 personer (37%) i besittelse av sender-/mottaker og hadde denne påslått ved funn. En person hadde dette utstyret med seg, men det lå avslått i sekken. To av de forulykkede brukte skredsekk, en ryggsekk med en oppblåsbar ballong som man kan utløse manuelt dersom man blir rammet av skred. Hensikten er å skape oppdrift slik at den skredtatte holder seg i overflaten å forhindre komplett begravelse. Vi så ved flere ulykker at personer hadde sender-/mottaker utstyr, men manglet sondestang og spade,

eller ikke hadde kjennskap til hvordan sender-/mottakeren fungerte. Fra rapporter har vi funnet antatt faregrad fra 15 ulykker, ved 10 av ulykkene var antatt faregrad aktuell dag 3. Skredfareskalaen er ment som et verktøy for skredfarevarsling og benyttes internasjonalt. Skalaen har 5 tallverdier fra 1 til 5, der fem tilsvarer meget stor skredfare og all ferdsel i skredutsatt terreng frarådes. Ved faregrad 1 anser man det for å være liten skredfare (varsom.no sist besøkt 02.06.2013, NGI).

### **Aktivitet og antatt dødsårsak**

Opplysninger i pasientjournaler og observasjoner gjort av redningsmannskapene ble brukt til å bestemme mest sannsynlige dødsårsak. Tabell 2 viser antatt dødsårsak for omkomne i åpent lende, gruppert etter hvilken type fritidsaktivitet som ble bedrevet.

<b>Aktivitet</b>	<b>Antall totalt</b>	<b>Åsfyksi (%)</b>	<b>Traume (%)</b>	<b>Traume kombinert med asfyksi (%)</b>	<b>Ukjent dødsårsak grunnet manglende dokumentasjon</b>
Ski	20	10 (26%)	-	1 (3%)	9 (23%)
Scooter	8	8 (20%)	-	-	-
Fotturister/skavvelbrekk	2	-	2 (5%)	-	-
Klatring	6	1 (3%)	5 (13%)	-	-
Jakt	3	2 (5%)	-	1 (3%)	-
<b>Alle aktiviteter</b>	<b>39</b>	<b>21 (54%)</b>	<b>7 (18%)</b>	<b>2 (5%)</b>	<b>9 (23%)</b>

Tabell 2: Oversikt over type aktivitet og dødsårsak hos de 39 omkomne som ble tatt av skred i åpent lende

Det er verdt å merke seg at alle som omkom under snøscooterkjøring og jakt var menn.

De forulykkede som ble rammet i bygning eller på vei, og antatt dødsårsak er vist i Tabell 3.

	<b>Antall</b>	<b>Åsfyksi (%)</b>	<b>Drukning (%)</b>	<b>Traume (%)</b>	<b>Annen dødsårsak (INA)</b>
Hus	4	2	-	1	1
Kjøretøy	5	-	5	-	-
<b>Totalt</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabell 3: Oversikt over dødsårsak hos de rammet i bygning og på vei, n=9

Kvelning (asfyksi) var den dominerende antatte dødsårsaken i totalmaterialet 46%, mens vi fant dokumentasjon som tilsa at mekanisk traume var primær dødsårsak hos 8 (16%) av alle de 48 omkomne. Av den siste vnte kategorien var en tatt av skred i hus, mens resten drev friluftaktiviteter. Frekvensen av traume som dødsårsak var 19 % blant de som omkom i åpent lende og 11 % for de som

omkom i bygning eller på vei ( $\chi^2 = 0,25$ , ikke signifikant). I tillegg var traume trolig medvirkende årsak til død hos 2 personer. Vi mangler grunnlag for dødsårsak fra 2 ulykker (9 personer), disse tilhører friluftskategorien.

Det har vært antatt en sammenheng mellom asfyksi og fullstendig begravde pasienter og mellom mekaniske traumer og det å ikke være begravd av skredet. Vi fant dokumentert i redningstjenestens rapporter at 28 personer i åpent lende kategorien var begravd, det vil si at de ikke var synlige i skredoverflaten, men ved et av disse tilfellene stakk ski opp av snø og var synlig i overflaten. Vi mangler data for begravelse på 2 av de skredtatte. Andelen skredofre som var rapportert som ikke begravd var 9, dette samsvarer med de 7 som hadde traume som antatt dødsårsak, en av de med kombinasjon av asfyksi og traume samt en som omkom av asfyksi. Vi ser en klar sammenheng mellom de som dør av traume og terrengfeller i form av skog der personer blir rammet av trær på nedfarten, steinete nedfarter og stup der personer blir ført utfor med snømassene og faller. Alle de traumatiserte ble lokalisert i relasjon til trær, steinete nedfart kombinert med fall, eller som følge av lengre fall. I kategorien som rammes på vei ser vi risikoen for å bli ført på havet og omkomme av drukning. Dette kan også skje hos de som rammes i fritt lende, men vi har ingen slike tilfeller i vårt datamateriale.

Drukning var dødsårsak hos 5 (10 %) omkomne i hus eller på vei, i forbindelse med at snøskred hadde ført dem på havet. Dette utgjør 56% av kategorien rammet i bygning eller på vei. Det er ytterligere et tilfelle der man er usikker på om vedkommende druknet. To omkomne fikk diagnosen mors subita av lege som skrev dødsmeldingen (4%), i begge tilfellene var de skredtatte i hus når de ble rammet.

### **Beslutningsgrunnlaget for å fastslå dødsårsak**

For å få et bilde av hvor sannsynlig våre retrospektivt antatte dødsårsaker var, undersøkte vi involverte legers dokumentasjon i pasientjournaler fra luftambulansene, primærhelsetjenesten og sykehus. Bare 5 av de omkomne ble obdusert, hvilket skulle representere en gullstandard for å fastslå dødsårsak. Dette er bare ca hver tiende forulykkede fra de nordnorske skredulykkene. Alle var i gruppen av omkomne i åpent lende. En oversikt over hvilke undersøkelser som er utført og hvor pasientene er erklært døde er fremstilt i Tabell 4. Ingen dødsårsaker ble korrigert som følge av obduksjonsfunn.

Ideelt hadde flere obduksjoner vært ønskelig for å gruppere dødsårsakene sikkert. Siden frekvensen var så lav, undersøkte vi frekvensen av billeddiagnostikk som kunne støtte antatt dødsårsak. Dette forelå hos 11 personer i form av traume-CT, røntgen og ultralyd som skulle kunne gi gode indikasjoner på traumer eller verifisere anoksisk hjerneskada i forbindelse med kvelning. Vi fant at 5 pasienter hadde lengre intensivopphold og derfor god dokumentasjon av dødsårsak gjennom sykehusforløpet.

35 av de forulykkede ble erklært døde prehospitalt, og i disse tilfellene kan man stille spørsmålsteget ved presisjon på døds melding og dødsårsak. Ved slike

situasjoner vil individuell praksis og ikke minst situasjonene med vanskelige arbeidsforhold kunne bidra til feilkilder. Blant de som erklæres døde prehospitalt fant vi at 7 omkomne ble funnet først etter flere døgn på grunn av vanskelige redningsforhold. Vi antar at det sjeldent har vært prioritert å undersøke disse omkomne nøye, da det har vært innlysende at de var døde og ikke kunne gjenopplives. De har også sjeldent blitt fraktet til sykehus for undersøkelse i etterkant. Hos enkelte finnes det kun døds melding som eneste dokumentasjon. Ved 9 tilfeller har vi ikke klart å finne fram til noen som helst journaldokumentasjon, heller ikke døds meldinger. Vi har ved noen tilfeller der dokumentasjonen er fraværende måtte benytte oss av døds melding som eneste grunnlag for dødsårsak. I de tilfeller der det var dokumentert klare tegn som bestred døds meldingens diagnose valgte vi å endre dette. Dette gjaldt for 3 tilfeller.

### Beslutningsgrunnlag for dødsårsak

Oppgitt - antatt Dødsårsak	Obduksjon	Traume CT	Annen rtg. undersøkelse	Ultralyd	Dokumentert klinisk undersøkelse av lege på sykehus	Dokumentert klinisk undersøkelse prehospitalt	Totalt
Asfyksi	4	4	7	8	12	19	21
Traume	1	-	1	-	-	2	7
Asfyksi i kombinasjon med traume	-	-	-	-	-	2	2
Annet, mangler dødsårsak	-	-	-	-	-	-	9
<b>Totalt</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>39</b>

Tabell 4: Oversikt obduksjon, klinisk undersøkelse og billeddiagnostikk hos nordnorske snøskredofre i friluftskategorien n=39. Antatt beslutningsgrunnlag for dødsårsaksfastsettelse hos omkomne fra skredulykker i gruppen som ble tatt av skred under friluftaktiviteter. I gruppen med ultralyd menes FAST og FATE undersøkelse. Røntgengruppen er primært rtg.throax og bekken.

### Behandlingsforsøk

14 personer ble forsøkt resuscitert, alle i kategorien åpent lende. Av de som ble resuscitert under transport inn til sykehus ble 9 forsøkt gjenopplivet under ekstrakorporal oppvarming i form av hjerte-lungemaskin eller ekstrakorporal membranoksygenering (ECMO). Ved to tilfeller ble pasienter fraktet til lokalsykehus før overflytning til universitetssykehus. Dessuten var lokalsykehus definitivt behandlingssted for tre pasienter og en ble erklært død på lokalt

helsesenter. Luftambulanseteam eller redningshelikopter med anestesilege var involvert ved nesten alle ulykkene, men ved flere tilfeller har lege vært prioritert på de overlevende i den skredrammede gruppen og har ikke hatt befatning med de omkomne. Prehospitalt er det 9 som ble intubert av helsepersonell på skadestedet. Vi har data på kaliumverdi og pH ved innkomst til sykehus på 10 pasienter. Kalium verdier hadde medianverdi på 7,7 mmol/L ( variasjonsbredde 2,3 – 21,9). Median pH var 6,6 ( variasjonsbredde 6,4 – 7,0). Vi fant prehospitale temperaturmålinger ved bare 3 tilfeller, og alle disse var rektale målinger, intrahospitalt fant vi temperatur på 12 av pasientene, inkludert de tre som også ble målt før ankomst sykehus. Temperaturene var målt rektalt (7) og i blære (4), og ved ett tilfelle var det ikke oppgitt hvordan målingen var utført. Den mediane temperaturen målt på sykehus var 29 °C (variasjonsbredde 24 – 36 °C). De prehospitale temperaturene var 24, 32 og 36,6 °C.

## Diskusjon

Vi har vist at andelen traumer ved snøskredulykker i Nord Norge i tidsrommet 1996 - 2012 var høyere enn publiserte tall fra forskning i Sentral-Europa og nordlige deler av USA (Hohlrieder et al 2007, McIntosh et al 2007), men samsvarer godt med nyere kanadiske data (Boyd et al 2009). I vårt materiale har vi også tilfeller av skredulykker der folk blir ført i sjøen og drukner, hvilket vi ikke har sett publisert i andre studier. Vårt funn av 16% traumer i det totale materialet og 19% i åpent lende kategorien representerer skredofre som muligens ikke vil kunne overleve skredulykken til tross for hurtig innsats på stedet og kompetent redningspersonell. Gjennomgående for de som omkommer av traume er at de har blitt tatt av skredet i terrengfeller i form av trær, andre hindringer i terrenget, stup med fall eller skavvelbrekk med fall som følge.

I Norge er fjellene og skikjøringen i likhet med Canada preget av mye skog, i motsetning til Alpene der skiområdene ofte ligger over tregrensen. Man kan tenke seg at dette kan være en av faktorene for traumatisk utfall da skredtatte føres ukontrollert inn i områder med trær. Vi har ikke sett på klimatiske forhold i denne studien, men det er nærliggende å tro at vårt kystklima påvirker snøens tetthet og fuktighet. Tallene på dødsårsaker er sprikende mellom Norge og andre land, hvilket det kan være naturlige forklaringer på. Det er allikevel grunnlag for å stille spørsmålsteget ved tidligere studier og hvilke slutninger man kan trekke fra utenlandsk forskning. Dersom topografi og klima gjør at forskjellene på dødsårsaker er store kan man spørre seg om utenlandske studier er direkte overførbare til Norge.

Studien viser statistisk at kjønnsfordelingen stemmer med tidligere studier av samme art der det er en markant overvekt av menn (77%) (Zweifel et al 2012, Harvey et Singorel 2002). Hva som er årsaken til at flere menn rammes er ukjent. Man så også at alle dødsulykker med snøscooter tatt av skred var med menn. Vi har sett at flere bruker engensikringsutstyr ved ferdsel i skredutsatt terreng i form av sender/mottaker, spade og sondestang hvilket tyder på at folk er bevisst at de tar en risiko og ønsker å redusere denne. Kameratredningen har blitt tillagt størst betydning blant livreddende tiltak når ulykken har inntruffet (Falk 1994, Brugger et al 2001, Brugger et al 2007, Haegeli 2011). Det har også vært fokus på hurtig og effektiv fremgraving av de skredtatte (Edgerly). Skredlæren støtter seg til overlevelseskurven fra Alpene (Brugger et al 2001), det er imidlertid viktig å huske at kurven kun baseres på totalt begravde skredofre. Vår studie har vist at en stor andel av de som er traumatisert som følge av skred befinner seg i overflaten og derfor ikke faller inn under denne kategorien. Man kan derfor stille spørsmålsteget ved en overlevelse på over 90% de første 15 minuttene, fordi dette kun vil være gjeldende for asfyksirammede.

Det er viktig å rette framtidig fokus mot risikovurderinger og bevisstgjøring på utfall av et eventuelt skred, forskning viser at ved total begravelse omkommer rundt 50% (Brugger et al 2001, Haegeli et al 2011). Dale Atkins hevder at vær og snødekke ikke nødvendigvis er de primære faktorene i skredulykker. De fleste

skredulykker kan unngås da den viktigste årsaken er den menneskelige faktoren og hvor man velger å ferdes (Atkins 2000). Over tid er det utviklet en rekke objektive modeller for ferdsel og risikovurdering, ment som veiledning for å oppfatte faresignaler og gjøre gode vurderinger uavhengig av egne emosjoner. Når man ferdes i skredterreng gjør man mange valg og vurderinger, derunder veivalg, værvurderinger, hvem man ferdes sammen med, hvilket utstyr man bærer og ikke minst hvor stor risiko man er villig til å utsette seg for. Etter vurderinger basert på erfaring, terreng, vær og snødekke vil det fortsatt være en restrisiko, hvor stor restrisiko man er villig til å ta er individuelt fra person til person. Tilbudet av turutstyr utvides stadig og det finnes flere risikoreduserende hjelpemidler, deriblant ballongsekker og sender-/mottakerutstyr. Utstyr for risikoredusksjon er utviklet for å senke restrisikoen, men dersom man velger å ta større sjanser med dette utstyret har man ikke redusert restrisikoen. Kanskje har den faktisk økt. Dog er det viktig å påpeke at den viktigste faktoren for ikke å omkomme i skred er som den alltid har vært, å ikke bli tatt. Dette understrekes sterkt av at vi i den foreliggende studien påviser en så høy frekvens av alvorlige, og ofte dødelige, traumer.

Det har vært utfordrende for oss å finne god dokumentasjon av dødsårsak i medisinske journaler. Ved å lete systematisk fra kilde til kilde, har vi klart å oppspore de institusjoner og legekontorer som har hatt vært involvert i skredulykkene. Legeundersøkelser som er referert i pasientjournalene er sterkt avhengig av erfaring og kunnskaper om snøskredskader som den enkelte involverte lege måtte ha. Dødsmeldingene og undersøkelser gjort at anestesilege eller annen lege på stedet var i 12 tilfeller eneste dokumentasjon vi kunne finne, og her har vi sett at diagnoser kan være forholdsvis vilkårlig satt, kanskje av leger uten erfaring med denne typen ulykker, og uten å fysisk kle av pasienten for å kunne gjøre en skikkelig syning av den avdøde. Man har til tross for at det ikke foreligger obduksjon en relativt god oppfatning av skadeomfang hos pasienter som har vært resuscitert og hospitalisert over tid. Denne pasientgruppen har omfattende billeddiagnostikk og ofte en veldokumentert undersøkelseshistorikk. Videre er det vanlig praksis at det kun er en person som utfører undersøkelse og personlig bias kan foreligge. Det innebærer at en rekke funn vil kunne være basert på subjektive slutninger. Flere av legene som har vært intervjuet i dette prosjektet har hevdet at det hender de føler seg usikre på diagnosen de skriver på dødsmeldingen. Mange leger anser pasientjournalen som et arbeidsredskap for videre behandling og ikke som dokumentasjon for forskningsrelatert bruk retrospektivt. Dette kan bidra til at man ikke finner data som man anser som relevant ut fra forskningsperspektiv ved datainnsamling (Badcock et al. 2005).

Vi observerte ved en ulykke at Sea-Kinglegen, kommunelegen og dødsmeldingen hadde brukt tre vidt forskjellige diagnoser, henholdsvis hypotermi, mors subita og asfyksi. Ut fra en telefonsamtale med legen som synte den avdøde har vi kunnet fastslå at asfyksi var en meget sannsynlig årsak til døden i det samme tilfellet. Dersom vi bare har en enkelt diagnose, uten objektiv dokumentasjon fra for eksempel en grundig legeundersøkelse, kan denne dødsårsaken være usikker til bruk i det foreliggende forskningsprosjektet.



Billeddiagnostikk i form av CT og røntgen vil kunne gi mer objektive funn med hensyn på skjelettskader, traume og anoksisk hjerneskade. I de tilfellene der pasientene resusciteres inn til sykehus blir det ved flere tilfeller gjort omfattende billeddiagnostikk, og dokumenterte funn kan sies å være mer eller mindre objektive. Obduksjon vil antakeligvis representere en slags gullstandard for dødsårsaksdiagnostikk. Stalsberg og medarbeidere gjorde funn som tyder på at mekanismen for sirkulasjonssvikten er kompleks. De anslo at i sin obduksjonsserie at hypoksi førte til kontraksjon av pulmonale arterioler som igjen førte til pulmonal hypertensjon og lungeødem. I tråd med Starlings lov vil den generelle kompresjonen av kroppen fra snøen ved dyp begravelse føre til et økt trykk i vevet, som igjen øker trykket i blodkarene. Dette resulterer trolig i en netto transfusjon av væske fra blodet til alveoler, som det eneste sted i kroppen med atmosfæretrykk. Sympatiske stimuli kan føre til kontraksjon av splanknikuskar, som bidrar til en økt tilbakeflow av blod til sentrale kroppsregioner. På grunn av kompresjon av thorax og dermed respirasjonshemming hemmes den hemodynamiske pumpen. Det eneste stedet i kroppen der trykket ikke er økt er i luftfylte hulrom. De ovenfornevnte mekanismer fører til netto transfusjon og sentralisering av blod til avsnitt med lavt trykk og derav utvikling av ødemer i både lunge og hjerne. I den samme studien ble det også vist at det er mulig å bruke blodgass fra den omkomnes aorta til å skille mellom asfyktisk død eller død av annen årsak (Stalsberg et al 1989). Disse komplekse funnene taler for at skredofre må undersøkes med fokus på en rekke mindre vanlige prosesser ved død. Trolig bør patologer som utfører slike obduksjoner være kjent med skredets patofysiologi og vite hva man bør se etter ved denne typen ulykke. Dette er med på underbygge viktigheten av et standardisert system for undersøkelse og obduksjon av skredofre i Norge. Bare 5 av våre 48 skredofre ble obdusert.

Objektiv informasjon i form av billeddiagnostikk, spesielt om anoksisk hjerneskade og om traumer, vil være verdifull informasjon relatert til skredofre. Vi anbefaler at alle skredofre kjøres gjennom en traume-CT for å kunne si noe sikkert om dødsårsak. Billedinformasjonen er kompletterende og kan påvise funn som en patolog kan overse. Flere pårørende motsetter seg obduksjon, og et fornuftig alternativ vil være å kjøre omkomne pasienter gjennom en traume-CT og full klinisk ytre undersøkelse. For å kunne oppnå at det sikres mer objektiv dokumentasjon av dødsårsaker gjennom skikkelig klinisk undersøkelse, og helst CT eller obduksjon, bør antakeligvis alle snøskreddødsfall bli dokumentert etter en nasjonal protokoll for slik undersøkelse. En slik innsats for sikrere dødsårsaker vil være av betydning for å veie den potensielle fare innsatspersonellet utsettes for ved skredulykker opp mot mulighetene til å redde livet til de som tas av skred.

Retningslinjene for redning og behandling av skredtatte personer fokuserer på begravelsestid, temperatur og luftlomme som de tre sentrale prehospitale parametrene. Når pasienten har vært begravd over 35 minutter eller kjernetemperatur er under 32 grader vil tilstedeværelse av luftlomme og frie luftveier være avgjørende. Dersom pasienten ikke har luftlomme og har ligget under snøen i over 35 minutter anbefales det å ikke starte resuscitering. Dersom vedkommende har luftlomme eller dette er uklart anbefales det å starte opp HLR

dersom omstendigheter tillater dette. Det er viktig å vurdere behandling på skadestedet mot redningspersonellens risiko ved å befinne seg området. I Norge er det vanlig å la en kompetent Fagleder skred gjøre disse risikovurderingene som støtte for avgjørelsen som politiets Innsatsleder har ansvaret for å treffe.

Sannsynligheten for å overleve kvelning, dersom man ikke blir drept av mekaniske traumer har vært undersøkt i en serie forsøk med frivillige personer. Den aksepterte tolkningen av overlevelseskurven forutsetter at en person som ligger under snøen ikke overlever utover 35 min dersom vedkommende ikke har luftlomme. Dette innebærer et luftrom foran munn eller nese som muliggjør gassutveksling i alveolene. Ved luftlomme vil hypotermi kunne ha en positiv beskyttende effekt på hjernevevet, og derfor er det viktig å få målt kroppstemperaturen til den skredtatte kort etter framgraving. Ved ankomst på sykehus vil kaliumkonsentrasjonen i serum kunne gi en god indikasjon på overlevelsesmulighetene (Boyd et al 2010). Anbefalt grense er 12mmol/L. Dersom kaliumnivået overskrider 12 anbefaler retningslinjene å avslutte. Måling av kalium kan påvirkes av pH, og vurdering av blodgassverdier er dessuten vanskelig hos hypotermie pasienter. Høyeste målte kaliumverdi hos en overlevende pasient er 11,6 på et barn utsatt for aksidentell hypotermi (Dobson et al 1996). Hypotermien er vist å ha sammenheng med hypoksi og hyperkapni i det såkalte trippel H syndromet (Brugger et al 2003).

Sammenhengen mellom kroppstemperatur og hvor lenge en person har vært begravd av snøen avhenger av flere faktorer, blant annet påkledning, og dessuten har forskjellige undersøkelser vist forskjellige nedkjølingshastigheter. Fra 0,6 grader per time til 9 grader per time (Locher og Walpoth 1996, Oberhammer et al 2008, Putzer et al 2010). Til tross for lav innsidens av aksidentell hypotermi har man valgt å si at i fravær av alvorlige skader må en pasient som har en kroppstemperaturlavere enn 32 grader behandles som mulig hypoterm, og gjenopplivningsforsøk bør forsøkes til pasienten er oppvarmet, fordi hypotermi vil forsinke utviklingen av irreversibel anoksisk hjerneskade (Brugger et al 2001). Dessuten vil ung alder og helsetilstand kunne være positive faktorer for overlevelse (Walpoth et al. 1997). Gullstandard for mål av kjernetemperatur ved skredulykker er øsofagusprobe.

I følge retningslinjer fra ICAR bør alle fullstendig begravde pasienter fraktes til et sykehus (Brugger 2001). De som har sirkulasjonssvikt bør flyttes snarest til sykehus med mulighet for ekstrakorporal oppvarming dersom kaliumnivået er lavt. I Norge vil dette tilsvare universitetssykehus. I vårt materiale fant vi to tilfeller hvor pasienten ble tatt til lokalsykehus før videre overføring til universitetssykehus, hvilket i noen tilfeller er nødvendig for å stabilisere pasienten før videre transport. Dette skaper allikevel en forsinkelse til definitiv behandling, men vi har ingen grunnlag for å si noe om dette har påvirket utfallet for pasientene. Hjertestans hos skredofre er vanligere som følge av varm asfyksi enn hypotermi, men dersom pasienten har ligget under snøen med frie luftveier kan ikke hypotermi utelukkes og gjenoppliving bør kontinuieres til definitivt behandlingssted. De siste retningslinjene ble publisert i 2013 og er vist i Appendix 4 (Brugger et al 2013). Vi ser også nødvendigheten av å ha klare retningslinjer for væskebehandling ved skredulykker. Dersom ødemutvikling er

en sentral faktor bør man avstå fra væskebehandling så fremt dette er forenelig med skadeomfanget.

Vi fant 8 traumer i studien, hvilket var funn av personer i overflate av snø. En var obdusert og flere av de omkomne hadde åpenbare skader. Vi mangler informasjon om dødsårsak på 9 omkomne, alle i åpent lende-kategorien, altså hele 23% av pasientene i denne skredkategorien. Man har ved begge disse ulykkene vært i kontakt med anestesilege som var på ulykkesstedet, uten å kunne fastslå dødsårsak, hvilket belyser hvor vanskelig det kan være å fastslå dødsårsak prehospitalt. Vi tror det er flere tilfeller av traume i materialet som ikke er avdekt. Det viser seg at det er lett å velge en velkjent mekanisme for død som asfyksi ved denne typen ulykker, og at terskelen for å sette traume på dødsmeldingen er høy da tidsfaktoren for kvelning er kort. Vi fant i studiet at 35 personer ble erklært død prehospitalt, 14 ble forsøkt resuscitert med avansert hjerte-lungeredning. 9 av de omkomne ble forsøkt resuscitert på hjerte-lungemaksin og 9 personer ble intubert prehospitalt. Ved de som blir forsøkt resuscitert har man utfyllende dokumentasjon og laboratorieresultater fra innkomst ved sykehus. Ved flere tilfeller har man kun prehospitalt notat og eventuell dødsmelding som grunnlag for dødsårsak. Store mangler i datamaterialet åpner for spørsmål om validiteten i studiet. Man har ikke lyktes i å få tilgang på data fra dødsårsaksregistret da svar på søknad ikke foreligger. Dog kan man stille spørsmål ved validitet ved dødsårsaker fra dødsårsaksregistret dersom de er basert på samme grunnlag som avdekt i denne studien.

Vi ser nødvendigheten av en prospektiv studie med fokus på obduksjon og standard rapportering for skred etter ulykker i Norge. Dette vil være med på å gi et mer reelt bilde av hva som skjer med de skredtatte og optimalisere behandlingmulighetene. I Troms denne sesongen har antall døde i skred overskredet antall døde i trafikken og bør derfor få samfunnsfokus for fremtiden i form av ressurser og forebyggende tiltak.

## Konklusjon

Studien er basert på retrospektiv innhenting av journaldata. Vi fant at det var stor variasjon i dokumentasjon av medisinske data. I Norge finnes ingen nasjonale retningslinjer for prehospital behandling av snøskredofre, og det er opp til hvert enkelt foretak å utvikle prosedyrer. Vi har observert at det i noen tilfeller er manglende kontinuitet i dokumentasjon og stedvis mangelfull journalføring, og i enkelttilfeller var det ikke mulig for oss å finne dokumentasjon av dødsdiagnostikk. Man kan stille spørsmålstegn ved validiteten av dødsmeldinger i de tilfeller der dødsårsak ikke er opplagt og obduksjon ikke utført. Sikre dødsårsaker hos de som omkommer av snøskred i Norge vil kreve en standardisert protokoll over hva som skal dokumenteres, eventuelt CT- eller obduksjon av alle omkomne, og en prospektiv registrering av dataene for å sikre kvalitet på registeret.

Vi fant at 81 % av skredrelaterte dødsfall i materialet var ulykker i forbindelse med friluftaktiviteter. I de aller fleste tilfellene lyktes vi å finne beskrivelse av legeundersøkelse som kunne brukes til å verifisere en sannsynlig dødsårsak. Vi konkluderer derfor med at forekomsten av traumer var langt høyere enn tidligere antatt i fatale nordnorske snøskredulykker. Kvelning var vanligste dødsmechanisme. Dette har betydning for muligheten til å redde livet til skredtatte, selv om redningsinnsatsen når fram i løpet av få minutter etter ulykken har skjedd.

### **En stor takk rettes til**

Christian Waage som har bidratt med mye viktig informasjon fra seaking basen i Bodø og Banak. Torgeir Kjus redningsmann ved Seakingbasen i Bodø . Anders Åvall og Arnfinn Ingvaldsen fra helikopterbasen i Brønnøysund. Beate Sørslett og Randolph Hardersen for hjelp med data fra sykehuset i Bodø og Lofoten. Svein Arne Monsen ved Helgelandssykehuset. Cato Spook for data fra Seakingbasen på Ørlandet. Kari Schrøder Hansen ved Longyearbyen sykehus. Lars Uhlin-Hansen for veiledning og hjelp ved Patologisk avdeling, UNN Tromsø. Mads Gilbert, Ole Magnus Filseth og Bård Rannestad ved Akuttmedisinsk klinikk, UNN for gode faglige diskusjoner og informasjon til datamaterialet. Trond Iversen, lege i Bindal kommune. Espen Stellander og resten av ambulansetjenesten i Tromsø for støtte. Kjetil Brattlien som har bidratt med informasjon fra NGI. Det rettes også en stor takk til Tor Andre Skjelbakken og skredgruppa i Troms for gode diskusjoner, støtte og informasjon under prosjektet.

## Referanser/Kilder

Atkins D. Human factors in avalanche accidents. International Snow Science Workshop, Big Sky 2000

Badcock D, Kelly AM, Kerr D, Reade T. The quality of medical record review studies in the international emergency medicine literature. *Ann Emerg Med* 2005, 45:444-447.

Boyd J, Haegaeli P, Abu-Laban RB, Shuster M, Butt JC. Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review. *CMAJ*. 2009;3;180(5):507-12

Boyd J, Brugger H, Shuster M. Prognostic factors in avalanche resuscitation: a systematic review. *Resuscitation*. 2010;81(6):645-652

Brugger H, Etter HJ, Zweifel PM, Mair P, Hohlrieder M, Ellerton J, Elsensohn F, Boyd J, Sumann G, Falk M. The impact of avalanche rescue devices on survival. *Resuscitation* 2007;75:476-483

Brugger H, Falk M, Adler-Kastner L. Der Lawinennotfall Neue Aspekte zur Pathophysiologie und Therapie von Lawinenvershütteten. *Wien Klin Wochenschr* 1997;109:145-159

Brugger H, Durrer B. On-site treatment of avalanche victims ICAR MEDCOM recommendation. *High Alt Med Biol* 2002;3:421-5

Brugger H, Sumann G, Meister R, Adler-Kastner L, Mair P, Gunga HC, Schobersberger W, Falk M. Hypoxia and hypercapnia during respiration into an artificial air pocket in snow: implications for avalanche survival. *Resuscitation* 2003;58:81-88

Brugger H, Etter HJ, Boyd J, Falk M. Causes of death from avalanche. *Wilderness Environ Med* 2009;20(1):93-6

Brugger H, Durrer B, Elsensohn F, Paal P, Straazzon G, Wintergerger E, Zafren K, Boyd J. Resuscitation of avalanche victims: Evidence-based guidelines of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MEDCOM): Intended for physicians and other advanced life support personnel. *Resuscitation* 2013;84(5):539-46

Central Bureau of Statistics of Norway (Statistisk sentralbyrå). Environmental statistics 1978. Natural Resources and Pollution. *Statistiske analyser* 1978:37:281

Dobson J, Burgess J. Resuscitation of severe hypothermia by extracorporeal rewarming in a child. *J Trauma* 1996;40:483-5.

Edgerly B. THE ABC's (and D) OF DIGGING: Avalanche Shoveling Distilled to the Basics, Backcountry Access, Inc. Boulder, Colorado

Falk M, Brugger H, Adler-Kastner L. Avalanche survival chances. *Nature* 1994;368:21

Haegeli P, Falk M, Brugger H, Etter HJ, Boyd J. Comparison of avalanche survival patterns in Canada and Switzerland. *CMAJ* 2011;183(7):789-795

Harvey S, Signorell C. Avalanche incidents in backcountry terrain of the Swiss Alps: New investigations with a 30 years database. In: J.R. Stevens (Editor), *International Snow Science Workshop 2002, Proceedings*, Penticton BC, Canada, pp. 449-455

Hohlrieder M, Mair P, Wuertl W, Brugger H. The Impact of Avalanche transceivers on Mortality from Avalanche Accidents. *High Alt Med Biol* 2005;6:72-77

Hohlrieder M, Brugger H, Schubert H, et al. Pattern and severity of injury in avalanche victims. *High Alt Med Biol.* 2007;8:56-61

Horgen A. (2010): Kulturhistoriske perspektiver på vinterfriluftslivet, i boka *Friluftslivsveiledning vinterstid*. Høgskoleforlaget. Kristiansand. Kapittelet er tilgjengelig som netressurs på URL: <http://hfdigital.no/>

Locher T, Walpoth BH. Differential diagnosis of circulatory failure in hypothermic avalanche victims: retrospective analysis of 32 avalanche accidents. *Praxis* 1996;8;85(41):1275-82

McIntosh SE, Grissom CK, Olivares CR, Kim HS, Tremer B. Cause of death in avalanche fatalities. *Wilderness Environ Med* 2007;18:293-297

Oberhammer R, Beikircher W, Hormann C, et al. Full recovery of an avalanche victim with profound hypothermia and prolonged cardiac arrest treated by extracorporeal re-warming. *Resuscitation* 2008;76:474-480

Putzer G, Schmid S, Braun P, Brugger H, Paal P. Cooling of six centigrades in an hour during avalanche burial. *Resuscitation* 2010;81:1043-1044

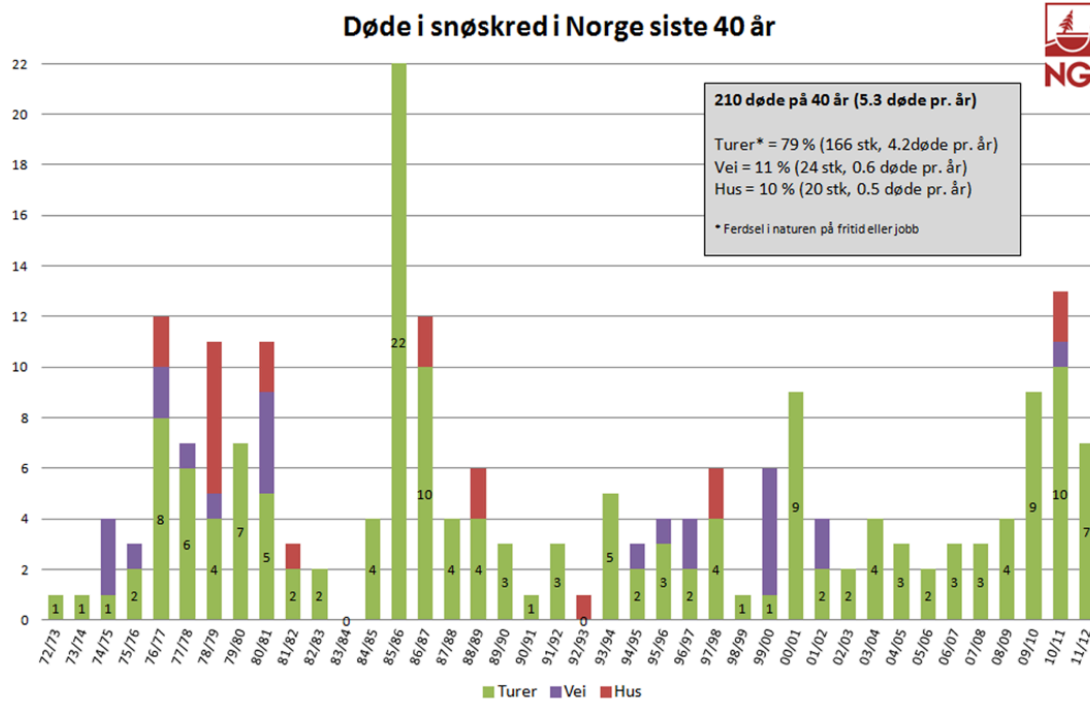
Stalsberg H, Albertsten C, Gilbert M, Kearney M, Moestue E, Nordrum I, Rostrup M, Ørbo A. Mechanism of death in avalanche victims. *Vichows Archiv A Pathol Anat* 1989;424:415-422

Tought SC, Butt JC. A review of 19 fatal injuries associated with backcountry skiing. *Am J Forensic Med Pathol* 1993;14(1):17.21

Zweifel B, Techel F, Björk C. Who is involved in avalanche accidents? *International Snow Science Workshop, Alaska* 2012

# Appendix

## 1. Statistikk over norske snøskredoffer siste 40 år



**Appendix 1: aktivitet omkomne i skred siste 40 år (NGI). Tar man et utsnitt fra de siste 10 år, fordeler tallene seg annerledes. Vi ser en økning i antall skredulykker med fatalt utkom med en markant topp sesongen 2010/2011 der hele 13 personer omkom i snøskred, derav to i hus, en i bil og de resterende 10 under fritidsaktivitet som henholdsvis ski, scooterkjøring og liknenede (NGI 2012).**

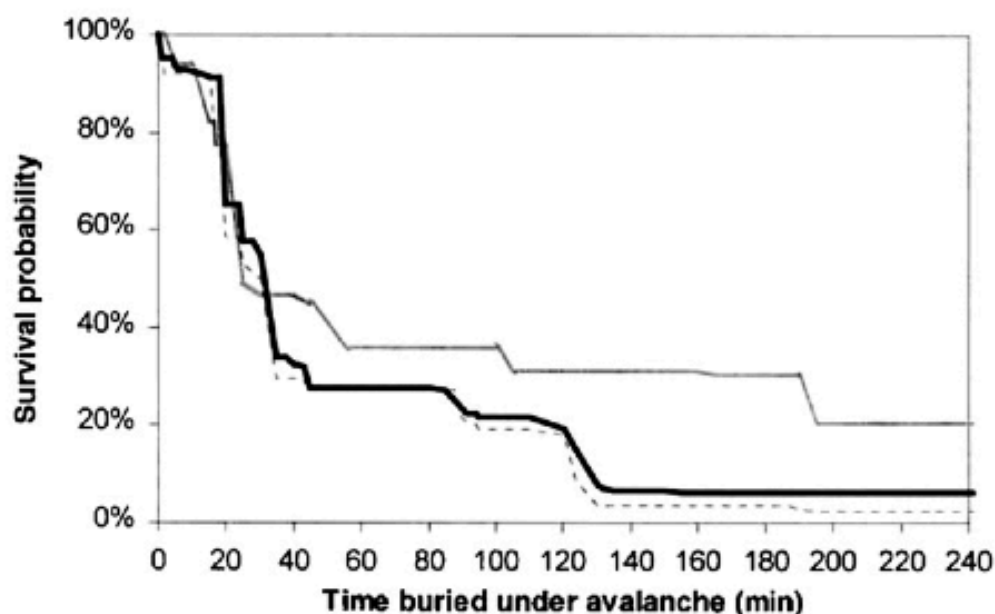
## 2. Oversikt over tidligere studier

Studie med Land	Antall i materialet (n)	Asfyksi	Traume	Hypotmeri	Asfyksi i kombinasjon med traume	Type traume
Stalsberg et al. 1989 Norge	17 døde 12 obduksjoner	87%	13%	-	-	Skallefraktur Thoraxskade
Macintosh et al. 2007 Utah, USA	56 døde 23 obduksjoner	85,7%	5,4%	-	8,9%	Hodeskader var hyppig blandt de som omkom
Hohlrieder et al. 2007 Innsbruck, Østerrike	105 tilfeller 36 døde 30 obduksjoner	91,7%	5,6%	2,7%	-	-
Boyd et al. 2009 Canada	204 døde 117 obduksjoner	75%	24%	1%	-	Brysttraume 49%  Hodetraume 42%

**Apepndix 2: Resultater fra fire tidligere studier av dødsårsak i skred.**



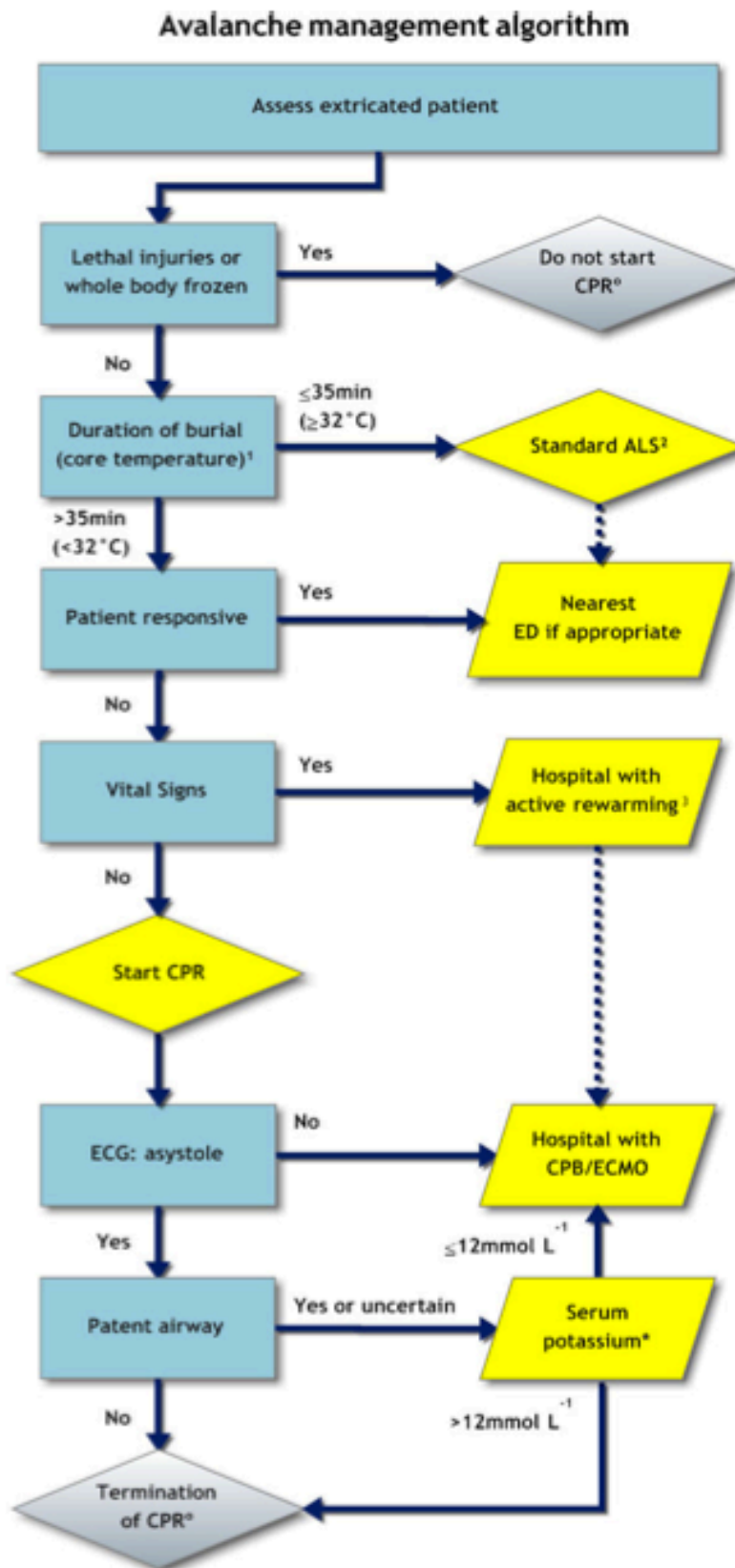
### 3. Overlevelseskurven



**Fig. 2.** Survival probability for completely-buried avalanche victims.<sup>13</sup> Survival probability for completely-buried avalanche victims in Switzerland 1981–1998 ( $n = 735$ ) in relation to time (min) buried under the snow, contrasting victims buried in open areas (black curve,  $n = 638$ ) with those buried in buildings or on roads (grey curve,  $n = 97$ ). Median extrication times were 37 min (open areas) and 56 min (buildings, roads) ( $P = 0.17$ , Mann–Whitney  $U$ -test). In open areas only 16.6% of all survivors are extricated after the cut-off point of 35 min, as compared with 32.7% in buildings and on roads ( $P = 0.008$ ; Pearson's chi-square). The respective findings for the cut-off point of 130 min are 1.7% (open areas) and 16.3% (buildings, roads) ( $P = 0.001$ ; Pearson's chi-square). The dotted curve represents the survival function for completely-buried avalanche victims in open areas ( $n = 422$ ) based on the Swiss data for 1981–1991, calculated by Falk et al.<sup>23</sup> Source: Reprinted from Resuscitation, 2001;51:7–15, Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L, Falk M, Tschirky F. Field management of avalanche victims, with permission from Elsevier.

**Appendix 3: Overlevelseskurven slik som Brugger et al fremstilte den i 2001.**

#### 4. Algoritme for resuscitering ved snøskredulykker



Appendix 4: Siste publiserte algoritme for prehospital behandling av skredtatte, Brugger et al 2013. ICAR MEDCOM

## 5. Definisjoner

Terrengfelle	Terreng hvor konsekvensene av skred ofte blir meget alvorlige. Skog, elvedaler, stup og lignende.
Fullstendig begravd	Hode og truncus under snø
Delvis begravd	Ikke hode og truncus under snø
Luftlomme	Tilstedeværelse av fri luftvei, ikke snø i nese og munn.
Begravelsesdybde	Hvor dypt pasienten er begravet i meter.
FORF	Frivillige Organisasjoners Redningsfaglige Forum; Røde Kors Hjelpekorps, Norsk Folkehjelp Sanitet, Norske Redningshunder, Norske Alpine Redningsgruppe, Norsk Radio Relee Liga, Redningsselskapets Sjøredningskorps, Rovernes Beredskapsgruppe, NAKs Flytjeneste, Norsk Grotteforbund.
ICAR MEDCOM	International Commission for Alpine Rescue
Overlevelseskurven	En graf som viser prosentvis overlevelse under snøen mot tid. Kurven er basert på totalt begravde skredofre og er utarbeidet i Sentral-Europa (Brugger et al 2001, Falk et al 1994 ) og senere også i Canada (Haegeli et al 2011).