



UMEÅ UNIVERSITET

Prehospital vård vid komplexa och svårtillgängliga skadeområden

Omvärldsanalys 2024

Bevakningsperiod 1 januari – 30 september 2024

*Kunskapscentrum katastrofmedicin Umeå,
Umeå universitet*

2024

Innehållsförteckning

Introduktion	3
Kapacitetsökningsförmåga i Sveriges glesbygder	4
Slutsatser och rekommendationer	4
Analys	4
Skadehändelser i Sveriges vägtunnlar	8
Slutsatser och rekommendationer	8
Analys	8
Risker med storskaliga batterienergilagringssystem	11
Slutsatser och rekommendationer	11
Analys	11
Masskadeevakuering i höjd beredskap – lärdomar från Ukraina	13
Slutsats och rekommendationer	13
Analys	13

Introduktion

Detta är den första omvärldsanalys inom kunskapsområde prehospital vård vid komplexa och svårtillgängliga skadeområden som Kunskapscentrum katastrofmedicin vid Umeå universitet (KcKM Umeå) publicerar för allmän spridning på Socialstyrelsens uppdrag. Dess **syfte** är att förse målgrupper med en **lägesbild inklusive förslag till inriktning** gällande svensk katastrofmedicinsk beredskap inom kunskapsområdet, genom att identifiera och analysera utvecklingsområden, frågeställningar, samverkan, erfarenheter och liknande inom kunskapsområdet.

Vi har i denna analys valt att sätta fokus på fyra utvecklingsområden: Kapacitetsökningsförmåga i Sveriges glesbygder; Skadehändelser i Sveriges vägtunnlar; Risker med storskaliga batterienergilagringssystem och Masskadeevakuering i höjd beredskap – lärdomar från Ukraina. Inom samtliga finns kortsiktiga och långsiktiga behov av stärkt beredskap inom vårt kunskapsområde. Slutsatser och förslag redovisas för tydlighetens skull enskilt per utvecklingsområde, men överlappande behov och möjliga synergier av åtgärder finns i flera fall, exempelvis beträffande behovet av prehospitala förstärkningsresurser i Sveriges glesbygder och erfarenheter från prehospital sjukvård i Ukraina.

Analysen är gjord av Anton Westman, Lina Gyllencreutz, Johan Hylander och Jason Murphy, med hjälp av Johanna Björnstig. Författarna svarar för innehåll och slutsatser.

Umeå, 2024-10-31

Kapacitetsökningsförmåga i Sveriges glesbygder

Slutsatser och rekommendationer

- Inventera och kvalitetskontrollera förmåga till adekvat aktivering av prehospitala förstärkningsresurser samt intern kapacitetsökningsförmåga hos primärvården i Sveriges glesbygder.
- Inventera systemförberedelser för interkommunal, interregional, interorganisations- och internationell samverkan för kapacitetsökning i Sveriges glesbygder.
- Fjällräddningen, en polisiär frivilligresurs, skulle med utökade förberedelser för interorganisations- och internationell samverkan (exemplifierat av men inte begränsat till helikopteranvändning) kunna stärka sin kapacitetsökningsförmåga vid större eller samtidiga händelser, civila eller militära, vilket skulle stärka även prehospital vårdkapacitet i denna extrema glesbygd.

Analys

Sverige är EU:s till ytan tredje största land men delar med Finland sistaplatsen i befolkningstäthet.¹ Det är emellertid missvisande att jämföra Sveriges riksgenomsnitt på 26 invånare per km² med EU-genomsnittet på 109, pga. Sveriges interna variation. Stockholms län har 377 invånare per km² (motsvarande EU-ländernas fjärdeplats i befolkningstäthet); Norrbotten (motsvarande EU:s till ytan elfte största land, en fjärdedel av Sveriges areal) har 3 invånare per km²; Västerbotten har 5.² Katastrofmedicinskt särpräglas Sveriges glesbygder av knappa basresurser, långa avstånd för resursförstärkningar, samt komplexa och svårtillgängliga miljöförhållanden för prehospitalt arbete. Sveriges glesbygder är infrastrukturellt sårbara. Exempelvis saknar väg E10 bitvis alternativa färdvägar,³ vilket innebär att störningar såsom snöfall, skyfall, översvämning, och ras av de slag vi sett flera exempel på senaste året kan försvåra vägburen resursförstärkning Luleå-Gällivare-Kiruna-Narvik. När Norrbottens invånare i SKR:s senaste Hälso- och sjukvårdsbarometer rankar sin region som sämst i landet (78% jämfört rikets 84%) beträffande tillgång till hälso- och sjukvård,⁴ så har de sannolikt inte beaktat katastrofmedicinsk sjukvårdstillgång, eftersom många respondenter sannolikt inte kan kvantifiera sitt eget katastrofmedicinska sjukvårdsbehov, även om detta kan ha ökat pga. snabb industriexpansion⁵ och försämrat säkerhetsläge i närområdet.⁶ I händelse av allvarligt försämrat säkerhetsläge i Finland kan öst-västlig medicinsk evakuering försvåras av den infrastrukturella sårbarheten.

¹ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/demography-2023>

² <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/befolkningstathet-i-sverige/>

³ <https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-i-norrbottens-lan/e10-liikavaara-flytt-av-vag/>

⁴ <https://skr.se/download/18.3f2b9d0718de526570417fb8/1709120253438/Halso-och-sjukvardsbarometern-2023.pdf>

⁵ <https://utvecklanorrbotten.se/utvecklingsomraden/gron-omstallning/industriomstallning/>

⁶ <https://www.forsvarsmakten.se/sv/var-verksamhet/forsvarsmakten-i-sverige/sakerhetslaget-i-naromradet/>

I SOU 2022:6, utredningen om hälso- och sjukvårdens beredskap inför och vid allvarliga händelser i fredstid och höjd beredskap,⁷ står under avsnittet om förstärkningsresurser att alla Sveriges regioner bör ha utbildade och övade prehospitla förstärkningsgrupper som vid behov kan förstärka ambulanssjukvården i ett skadeområde, och att Socialstyrelsen bör ta fram nationella rekommendationer för dessa prehospitla förstärkningsgrupper. SOU 2022:6 har ett särskilt avsnitt om landets glesbygder, i vilket står: *I glesbygd med långa avstånd till akutsjukhus har flera regioner personal eller prehospitla grupper som kan förstärka arbetet på en skadeplats... Vid vissa vårdcentraler (hälsocentraler) i glesbygd finns t.ex. utrustning som kan tas med till skadeplats och personalen är tränad och övad för att ingå i den organisation som vid behov kan förstärka i ett skadeområde.* Socialstyrelsens tidigare (2001) riktlinjer för medicinsk katastrofberedskap⁸ anvisade: *I mindre befolkningstäta områden och där det är långt avstånd till akutsjukhus har primärvården en viktig roll vid skadehändelser. I sådana områden bör primärvården kunna organisera och skicka ut sjukvårdsgrupper.*

Fram till år 2010 fanns nationella utbildningar för personal som skulle ingå i sjukvårdsgrupper, men det nationella kravet på sjukvårdsgrupper togs bort 2013 från Socialstyrelsens katastrofmedicinska föreskrifter, och under de tio år som gått sedan dess har regionerna valt olika vägar för att hantera behovet av prehospitla förstärkningsresurser i glesbygd. Region Jämtland-Härjedalen har avskaffat sjukvårdsgrupper och ersatt dem med en prehospital förstärkningsresurs som i praktiken (enligt vad KcKM Umeå erfar) är en helikopterläkare med utrustning, medan Region Västerbotten har kvar primärvårdens sjukvårdsgrupper och försöker optimera deras operabilitet genom att t ex förtydliga vad de förväntas kunna göra vid utlarmning. Primärvårdspersonal som KcKM Umeå intervjuat (opublicerad data) beträffande förberedelse för katastrofmedicinskt arbete i sjukvårdsgrupp beskriver bristande förtrogenhet med prehospital medicinteknisk utrustning, förväntade brister i kommunikation, oklara uppfattningar om ansvar och mandat, samt bristande funktionalitet i kläder och personlig utrustning. I SOU 2022:6 konstateras: *De regioner som i dag har en organisation för sjukvårdsgrupper har väldigt olika personlig utrustning.* Det förefaller också finnas en dygnsvariation beträffande möjlighet att aktivera sjukvårdsgrupper (anekdotisk information indikerar regioner vars sjukvårdsgrupper avses larmas ut direkt från hemmet för att inte störa bemanningspoolen i övrigt).

SOU 2022:6 rekommenderar att det bör vara upp till varje region att själv avgöra hur prehospitla förstärkningsresurser bäst organiseras utifrån verksamhetsmässiga och geografiska förutsättningar. KcKM Umeå delar denna uppfattning, eftersom dessa förutsättningar skiljer sig så drastiskt mellan olika delar av landet, exempelvis mellan Stockholm och Norrbotten. Men det verkar finnas ett behov av inventering och kvalitetskontroll, eftersom exempelvis den organisatoriska skillnaden mellan Jämtland-Härjedalen och Västerbotten inte uppenbarligen baseras på motsvarande skillnader i förutsättningar.

Det vore också önskvärt med en relaterad inventering och kvalitetskontroll av intern, ”intra-hospital”, kapacitetsökningsförmåga hos hälsocentraler/vårdcentraler/sjukstugor i Sveriges glesbygder avseende: personal, materiel, infrastruktur och system, samt deras förmåga att vid behov bistå med adekvat prehospital förstärkningsresurs. Det är ju inte alls säkert att det gamla systemet med sjukvårdsgrupper är det mest effektiva (avskaffandet i vissa regioner

⁷ Hälso- och sjukvårdens beredskap – struktur för ökad förmåga, SOU 2022:6 DEL 2.

https://www.regeringen.se/contentassets/511f0b871bf143e289b3980415574260/sou-2022_6_del-2_webb.pdf

⁸ Socialstyrelsen. Riktlinjer Medicinsk katastrofberedskap 2001-102-3.

indikerar dåligt betyg), utan en flexibel kapacitetsökningsförmåga av något slag, kanske kopplat till ett utökat prehospitalt akutmedicinskt uppdrag i vardagens normalläge för primärvården, skulle spekulativt kunna övervägas. Men ett hårt avskaffande av sjukvårdsgrupper utan adekvat resurssättning av alternativ är sannolikt en försämring. Vidare kan det finnas behov att inventera systemförberedelser för interkommunal, interregional, interorganisatorisk, och internationell samverkan syftande till snabb kapacitetsökning i Sveriges glesbygder. Ett exempel på fungerande svensk interorganisatorisk resursförstärkning är systemet I väntan På Ambulans (IVPA), för vilket visats att samverkan mellan ambulanssjukvården och räddningstjänsten kan minska insatstid och öka trygghet i glesbygd.⁹ Motsvarande fördjupad samverkan inriktad mot katastrofmedicin synes möjlig även givet ringa resurstillförsel. Enligt information som KcKM Umeå tagit del av finns på kommunal nivå förmågehöjningsinitiativ beträffande akutsjukvård i delar av Norrlands glesbygder. Sådana lokala initiativ skulle kunna fångas upp och beskrivas för möjligt nationell extrapolering av Socialstyrelsen. KcKM Umeå har under året på Socialstyrelsens uppdrag (se separat del av denna omvärldsanalys) beskrivit och analyserat ambulanssjukvård i Ukraina, i syfte att ta hem lärdomar till Sverige - ett liknande arbete avseende primärvården i Ukraina (förslagsvis beskrivande både före respektive under den fullskaliga ryska invasionen) skulle kunna ta hem lärdomar som skulle kunna appliceras på hälsocentraler/vårdcentraler/sjukstugor i Sveriges glesbygder. I februari 2025 är det tre år sedan SOU 2022:6 publicerades - inventering av vilken förmågehöjning som faktiskt skett sedan dess borde vara av värde, dels för att skatta nuläge, dels för att prognosticera fortsatt förmågehöjning de närmaste åren.

Fjällen utgör en ytterlighet i ovanstående. Den 28 augusti i år blev det en riksnyhet när fyra personer samtidigt behövde fjällräddning, i fyra separata händelser i Vålådalen, Kebnekaise och Björkliden.¹⁰ KcKM Umeå har i sin Omvärldsbevakning 2024 meddelat Socialstyrelsen en indikativ årlig risk för cirka sju fjällkatastrofer i Sverige, skattat per enskild händelse, obeaktat samtidiga händelser. Med "katastrof" ska i detta sammanhang förstås en förhållandevis låg numerär nödställda som inte kan räddas, utan t ex måste nedprioriteras till att kvarlämnas på fjället. I Fjällsäkerhetsrådets sommarfjällenkät 2024,¹¹ riktad till destinationsbolag och fjällstationer, beskrivs en ökning av antalet nya eller ovana besökare, vilket kan läsas i det internationella ljuset av kritik som exempelvis The Reykjavík Grapevine riktat mot Islands turistindustri efter dödsfallet i en kollapsande isgrotta i Breiðamerkurjökull den 25 augusti: "Ever since the dawn of Iceland's tourism boom, there have been countless examples of visitors to the island making decisions that are misinformed, foolish, or downright dangerous."¹² Detta ökande antal sämre förberedda fjällturister¹³ ger sig ut i en miljö vars komplexitet ökat pga. klimatförändringarna, exempelvis har vissa svenska glaciärer smält 100 meter på tre år, med snabb nybildning av sjöar.¹⁴ Detta kan a) öka risken för incidenter; och b) skapa både transportmedicinska svårigheter, exempelvis om vandringsleders broar överspolas; och c) öka krav på situationsanpassad utrustning, exempelvis för sjöräddning i fjällmiljö (nybildade fjällsjöar kan antagas sakna lättillgängliga båtar). Men turism är inte den enda

⁹ Nord- Ljungquist. Vem har och tar ansvar!: I Väntan På Ambulans (IVPA)- uppdrag i glesbygdsmiljö [avhandling]. Växjö: Linnéuniversitet 2020.

¹⁰ <https://www.expressen.se/nyheter/sverige/flera-sjuka-eller-skadade-till-fjalls-hjalp-kan-vara-timmar-bort/>

¹¹ <https://www.fjallsakerhetsradet.se/om-oss/rapporter/sommarfjallenkaten-2024/>

¹² <https://grapevine.is/mag/feature/2024/09/06/breaking-point-fatal-ice-cave-accident-raises-big-questions-for-tourism-safety/>

¹³ <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/dalarna/fjallradning-pa-fjatervalen-barn-och-vuxna-sitter-fast-med-snoskoter>

¹⁴ <https://sverigesradio.se/artikel/glaciarer-smalter-i-rekordfart-nu-ritas-kartan-om--2>

aktiviteten i fjällen. Renskötsel, gruvindustri, kraftindustri, militär träning, samt jakt och fiske, för också människor till fjälltrakterna, och även om många i dessa populationer kan antas vara väl tränade och förberedda så kan aktiviteterna i sig innefatta förhöjda skaderisker. Trots att de svenska fjällen skulle kunna förmodas behöva en förstärkning av basresurs för räddning, så har exempelvis stängningen av Gåsens stugplats i Jämtlandsfjällen tvärtom medfört en minskning, vilket Svenska Fjällräddares Riksorganisation kritiserat.¹⁵ Emellertid har också resurs tillförts, exempelvis genom att försvarsmaktens förmåga till helikopterräddning stärkts.¹⁶ Fjällräddare som KcKM Umeå talat med beskriver professionalitet och precision hos försvarsmaktens helikopterbesättningar vid samverkan i skarpa uppdrag. KcKM Umeå har funnit att bland de senaste årens fjällräddningsuppdrag med helikopter finns en betydande andel helikoptrar som inte är primärt avsedda för svensk fjällräddning, däribland civila helikoptrar, norska helikoptrar, samt sjöräddningens helikoptrar.¹⁷ Förmåga och erfarenhet av vingsning i fjällmiljö bör inventeras per organisation.

¹⁵ <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/jamtland/regeringen-tar-inte-upp-fjallraddarnas-overklagan>

¹⁶ <https://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2021/07/ny-helikopter-ger-storre-mojligheter-till-raddningsuppdrag/>

¹⁷ A retrospective analysis of mission reports in the national Swedish Police Registry on mountain rescue 2018-2022: here be snowmobiles. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2024 Apr 25;32(1):36.

Skadehändelser i Sveriges vägtunnlar

Slutsatser och rekommendationer

- För att stärka sjukvårdens förmåga att hantera svenska vägtunnelolyckor finns ett behov av att utveckla och kvalitetssäkra sjukvårdsledning vid vägtunnelolyckor.
- Att utveckla sjukvårdsledares kunskap om vägtunnelmiljö, med fokus på dess struktur, layout och inverkan på särskilda skademekanismer, kan vara värdefullt för att förutse ett potentiellt skadeutfall.
- Genom att granska och dra lärdom av internationella vägtunnelolyckor kan potentiella hinder identifieras och förhoppningsvis åtgärdas innan liknande händelser uppstår i svenska vägtunnlar, som ett led i att öka den katastrofmedicinska beredskapen och stärka sjukvårdens förmåga att hantera ett större skadeutfall i vägtunnelmiljö.
- Etablering av en samarbetsyta mellan sjukvården, tunnelägare, samverkansaktörer och innovatörer kan potentiellt bidra till samförståelse om föreliggande utmaningar samt resultera i skräddarsydda tekniska lösningar för att begränsa tid till kvalificerad vård.

Analys

En nyligen publicerad avhandling har granskat den svenska prehospitaledens förmåga att hantera vägtunnelolyckor¹⁸. Konklusionen i avhandlingen var att ambulansverksamheten behöver en beslutskapabel sjukvårdsledare (den person som är ansvarig för sjukvårdens del på en skadeplats) med förståelse för tunnelsystemet. Denna miljöförståelse innefattar lokalkännedom om tunnelsystemet och förmåga att sammanlänka miljön med potentiellt skadeutfall såsom rökexponering och särskilda traumamekanismer. Ett av huvudresultaten i avhandlingen var att sjukvårdsledare i Sverige valde ett försiktigt arbetssätt och avvaktade i händelse av tunnelbrand i stället för att åka in i tunnelsystemet. Detta angreppssätt kan leda till att drabbade behöver vänta för att få kvalificerad vård. En uppdatering av kunskapsmassan rörande vägtunnlar, aktuella händelseanalyser och tekniska framsteg kan vara av värde för att bidra till förståelsen för vägtunnelmiljön samt i förlängningen leda till en skräddarsydd sjukvårdsinsats med målet att leverera kvalificerad vård i rätt tid till rätt person.

Under det gångna året har det i Sverige främst inträffat mindre vägtunnelolyckor med relativt lindrigt skadeutfall^{19 20 21}. En händelse som särskiljer sig ifrån övriga är den tunnelbrand som inträffade i tunnelkomplexet Södra länken i Stockholm i början av januari 2024²². Händelsen resulterade i att Stockholms regionala sjukvårdsledning gick upp i stabsläge och 12 personer fördes till sjukhus för kontroll. Då denna tunnelhändelse är en av de större i modern tid i

¹⁸ Hylander, J. Prehospital medical management in Swedish road tunnel incidents. Umeå University. <https://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1777231&dsid=5663>

¹⁹ Sveriges Radio. <https://sverigesradio.se/artikel/singelolycka-vid-skultorpstunneln-vagen-avstangd>

²⁰ Tv4 Nyheterna. <https://www.tv4.se/artikel/2YG25siw1x2uJkYBfLjCq/flerbilskrock-i-tunnel>

²¹ Svenska Dagbladet. <https://www.svd.se/a/nyAEln/tjornbron-avstangd-ras-efter-blixtnedslag>

²² Sveriges Television. <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/sodra-lanken-avstangd-husvagn-brinner-vid-tunnel>

Sverige, bör en fallbeskrivning genomföras för att utröna händelseförlopp och personskador för att öka förståelsen för de typskador som kan uppstå vid olyckor i svenska vägtunnlar. En fallrapport kopplad till händelsen kommer inlämnas till Socialstyrelsen under första kvartalet 2025.

För att förbättra beredskapen vid större olyckor kan viktiga lärdomar hämtas från internationella händelser genom att ställa relevanta frågor och genomföra analyser. Nedan beskrivs exempel på frågor som väckts efter olika incidenter och som kan bidra till ökad förståelse för skadepanorama, vårdbehov och resursallokering vid liknande händelser.

Till exempel inträffade en batteribrand i en arbetstunnel utanför Oslo, Norge, under våren där 24 personer behövde utrymmas efter exponering för brandrök²³. Frågor som uppkommer är: *Vilka typer av personskador uppstod vid exponering för rök ifrån en batteribrand i ett slutet utrymme?* I samma månad inträffade två omfattande tunnelolyckor i norra Kina. Den första innefattade en busskrasch där 14 av de 51 personerna ombord avled och ytterligare 37 personer fick varierande skador²⁴. Här kan man fråga: *Fanns det försvårande faktorer i omhändertagandet såsom fastklämda personer? Saknade insatspersonalen utrustning, läkemedel eller utbildning för att göra insatsen mer effektiv?* I den andra olyckan kolliderade två lastbilar som bägge transporterade metanol vilket resulterade i en tunnelbrand där minst 31 personer miste livet²⁵. Här uppkommer frågor om *hur brandförloppet har sett ut? Vilka symptom och skador kan skadade visa upp efter exponering för brandrök där metanol varit en komponent?* I mitten av juli kraschade en buss in i en tunnelportal i Spanien, av de 48 personerna ombord skadades 31 personer varav tre kritiskt som fick evakueras med helikopter och övriga 28 fick vård på närliggande sjukhus och sjukvårdsinrättningar.²⁶ Frågor som uppkommer här är *hur mottagande sjukhus mobiliserade? Allokades särskilda resurser? På vilket sätt triagerades de skadade? Var triageringsverktyget särskilt bra?*

För att få en uppfattning om skadepanorama, behandling av uppkomna skador och utvärdering av behandlingseffekter är det av intresse att genomföra case-studier (liknande Socialstyrelsens KAMEDO-rapporter) rörande dessa och liknande olyckor. Resultat från sådana studier skulle kunna användas i table-top eller fullskaleövningar för att vässa sjukvårdens och samverkande organisationers förmåga för att hantera ett större skadefall i vägtunnelmiljö. Frågeställningar såsom; *vilket skadefall kan uppstå vid brand i tankbil lastad med metanol i Förbifart Stockholm, Hur behandlas uppkomna typskador? Vilket sjukhus bör ta emot vilken patientgrupp?* skulle delvis kunna besvaras.

En sökning [241005] i databaserna Web of science och Pubmed för innevarande år identifierade ett 30-tal publikationer kopplade till vägtunnlar, varav 0 st med fokus på sjukvårdsfrågor.

²³ NRK. https://www.nrk.no/stor-oslo/brann-i-tunnel-pa-alnabru-i-oslo_-elleve-personer-skal-vaere-inne-i-tunnelen-1.16825153

²⁴ NDTV World. <https://www.ndtv.com/world-news/14-killed-after-bus-crashes-inside-china-tunnel-37-injured-5273599>

²⁵ South China Morning Post. <https://www.scmp.com/news/china/article/1447749/31-killed-truck-collision-turns-chinese-tunnel-fiery-death-trap>

²⁶ ABC News. <https://www.abc.net.au/news/2024-07-16/bus-crash-in-spain-between-barcelona-and-tordera-injures-dozens/104106424>

Flera publikationer behandlar mänskliga faktorer (human factors) såsom förarbeteende^{27 28 29} samt på vilket sätt människor utrymmer tunnlar vid en tunnelbrand i virtuell respektive verklig miljö^{30 31}. En ökad förståelse för human factors som exempelvis hur människor utrymmer en vägtunnel vid brand samt vilka skyddsrum som finns i tunnel-systemet, kan hjälpa insatspersonal att förutse var utrymmande kommer att samlas, vilket kan nyttjas för att styra personal till rätt plats i ett tidigt skede. Här finns även tekniska lösningar att arbeta vidare med såsom länkning av skyddsrummens kameror till sjukvårdens aktörer för kompletterande anamnes och överblick av skador. Ett sådant system kan potentiellt nyttjas till att ge sjukvårdsråd på distans och identifiera vårdbehov.

Flera publikationer lyfter upp olika tekniska aspekter såsom 1) användandet av ”smarta” skyddsbarriärer för att minska kraftöverföringen mellan fordon och tunnelvägg i kraschögonblicket, 2) bistå med att geolokalisera själva fordonet³² och 3) användande av asfalt behandlad med brandskyddsmedel kan bidra till att begränsa en tunnelbrands omfattning³³. Andra forskare har kalkylerat med konsekvenserna av vätagasläckage från tankbilar med efterföljande explosion och dess tryckvågs spridning i tunnelsystemet³⁴. Det kan vara av värde för sjukvården att vara medveten om dessa tekniska aspekter och beräkningar eftersom det kan bidra till att t.ex. snabbare lokalisera fordon och skadade. Även förståelse för hur tryckvågor sprids i tunnelsystem kan hjälpa sjukvårdsledare att göra adekvata riskbedömningar. Det finns även ett värde i att utöka samarbetsytor och informationsdelning för att skapa samförståelse mellan aktörer om hur nya rön ska kunna implementeras och användas på ett optimalt sätt.

²⁷ Han L, Du Z, He S, Wang S. An empirical investigation of driver’s eye-catching effect in the entrance zone of freeway tunnels: a naturalistic driving experiment. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*. 2024;101:92-110. doi:10.1016/j.trf.2024.01.004

²⁸ Yan G, Li Y, Want M, et al. Why do drivers decide to violate traffic rules while driving through road tunnels? An application of the theory of planned behavior. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2024. doi:10.1007/s12205-024-1717-9

²⁹ Niu J, Lian B, Diew Wong Y, et al. Dynamic traffic risk assessment in road tunnel entrance zone based on drivers’ psychophysiological perception states: Methodology and case study insights. *Tunneling and Underground Space Technology*. 2024;147:105677. doi: 10.1016/j.tust.2024.105677.

³⁰ Skjermo J, Moscoso C, Nilsson D et al. Analysis of visual and acoustic measures for self-evacuations in road tunnels using virtual reality. *Fire Safety Journal*. 2024;148:104224. doi:10.1016/j.firesaf.2024.104224

³¹ Zeng G, Li Z, Ye R, et al. Evacuation performance of individuals and social groups in a tunnel under no visibility. *Tunneling and Underground Space Technology*. 2024;146:105661. doi: 10.1016/j.tust.2024.105661

³² Guerrieri M, Dinnella N. Improving traffic safety in existing and new road tunnels with the novel NDBA concrete safety barrier. *Transport and Telecommunication*. 2024;25(3):251-265. doi: 10.2478/tjt-2024-0018

³³ Jing X, Zhu H, Yan Z, et al. Fire-Retarding Asphalt Pavement for Urban Road Tunnels: A State-of-the-Art Review and Beyond. *Fire Technology*. 2024. doi:10.1007/s10694-024-01556-2

³⁴ Caliendo C, Genovese G, Markert F, et al. CFD Modeling for Estimating Consequences of Liquid Hydrogen Release Transported by Road Tankers through Tunnels. *Advances in Civil Engineering*. 2024: 5229847 doi:10.1155/2024/5229847

Risker med storskaliga batterienergilagringssystem

Slutsatser och rekommendationer

- Förbättra metoder att hantera svårsläckta bränder för ökad säkerhet för allmänhet och personal.
- Genomföra omfattande risk och sårbarhetsbedömningar gällande Battery Energy Storage Systems (BESS) för ökad hospital beredskap och respons.
- Utveckla utbildningsinterventioner för att öka sjukvårdsledningens förmåga till proaktiv respons.
- Ett evidensbaserat beslutsverktyg, med information om potential skadeutfall för att öka ledningens förmåga att fatta tidsenliga, proaktiva beslut kring resursfördelning, sjukhusens responsnivå rekommenderas.

Analys

I enligt med ett EU-direktiv där målet är att vid år 2030 minska växthusgaser med 55% jämfört med 1990s nivåer och vid 2050 vara en klimatneutral region³⁵ genomgår Sverige en grön omställning. Den gröna omställningen är en strategi som syftar till att ställa om samhällets produktion och förbrukning av energi till en mer hållbar, och miljövänligt sätt, vilket bland andra antagna åtgärder innebär en riktad satsning på en industriellomställning och litium-ion batterier. Sveriges satsning på den gröna omställningen skulle initialt fokusera på tre kommuner, Luleå, Boden och Skellefteå. Redan 2017 fattades beslutet att företaget Northvolt skulle etablera sin batterifabrik i Skellefteå och i 2023 driftsattes Northvolt ETT. Produktionen av litium-batteri riktar sig främst mot tre målgrupper, bildindustri, flygindustri och den industriella industrin i form av bland annat Battery Energy Storage systems (BESS)³⁶.

BESS kan vara både mobilt och stationärt, och lagrar litium-ion producerad energi som förser ett annat system med lagrad energi när aktiverad. Tillämpningsmöjligheter av BESS är varierande och kan vara småskaliga, tex i ett hem, eller storskaliga system, som kraftnät som kan förse samhällen med energi. Därmed kan BESS kategoriseras enligt följande, typ 1: mindre än 50 MWh, typ 2: 50MWh – 250, typ 3: 250-1,5GWh och typ 4: > 1,5GWh³⁷. För jämförelse har ett Tesla bilbatteri en lagringskapacitet på mellan 57,5-75kWh. Den globala marknaden för lagrad energi växer exponentiellt och under 2023 har den nästan tredubblats³⁸.

³⁵ Sveriges Kommuner och Regioner. Den gröna omställningen. Hur blir etableringarna verklighet? 2024. <https://skr.se/download/18.51a2292e1900c66f385163f0/1718370041108/Den-grona-omstallningen.pdf>

³⁶ Northvolt. Enabling the future of energy. Sustainability and Annual report 2022. 2022

³⁷ Australian Energy Council Limited. Battery Energy Storage Systems | Guidance Report. Melbourne, Australia: Australian Energy Council Limited; 2023

³⁸ BloombergNEF. Global Energy Storage Market Records Biggest Jump Yet 2024 [Available from: <https://about.bnef.com/blog/global-energy-storage-market-records-biggest-jump-yet/>]

Forskningsområdet gällande risker med BESS teknologi är relativt nytt och flera aktörer har påtalat brister gällande regleringen av teknologin. Bland annat med thermal runaway som kan leda till extremt höga temperaturer och orsaka svårsläckta bränder, explosioner och toxisk rökutveckling som i värsta fall kan resultera i skadade och dödsfall³⁹. Litium-batteri bränder är unika i och med att de inte behöver syre för att brinna, vilket innebär att sedvanliga brandsläckningstekniker med vatten är ineffektiva och kan till och med vara kontraproduktiva. Bränder som orsakas av litium-batterier ger unika utmaningar och risker för både räddningstjänsten och människor i direkt anslutning till olyckan och för människor i närområdet då bränderna kan ta betydligt längre tid att släcka än andra typer av bränder. En enskild Tesla batteribrand kan ta från 4 timmar och 36,000 liter vatten att släcka.

En pågående registerstudie av BESS olyckor visar att antal olyckor globalt ökar i takt med den ökade användningen av BESS, majoriteten av olyckorna har skett i Asien⁴⁰. Dock är trenden likadan för Europa. Innan 2017 rapporterades inga BESS olyckor, och från 2017 till 2023 rapporterades 23 BESS olyckor, 13 (56%) sedan 2023. Vidare visar analysen av BESS olyckor att den mest vanligt förekommande incident med BESS var bränder n=80 (76.2%), explosioner n=20 (19%) och thermal runaway n= 6 (4.8%). Dessa bränder är svårsläckta med en genomsnitts bränntid på strax över 24 timmar. Skadorna som identifierades är snarlika andra bränder och explosioner (brännskador, frakturer, luftvägsskador mm.). Dock, utöver de omedelbara riskerna med bränderna och explosioner, kan de långa bränntiderna utgöra en risk för andningssvårigheter för närliggande populationer under en längre tid. Sverige har än så länge varit relativt förskonade från BESS olyckor med enbart två rapporterade fall sedan 2022.

Northvolt, Sveriges största litium batterifabrik, har nyligen aktiverat den hitintills största BESS investering i Norden med en kapacitet på 211MW/MWH fördelade på 14 BESS system. Dessa stationära BESS, liksom många andra, är placerade i glesbygdsområden där tillgången på akutsjukvård och resurser är begränsad. Långa transporttider och behovet av tidseffektiv samordning mellan aktörer är avgörande för att upprätthålla vårdkvalitet och säkerställa räddningsinsatser i dessa regioner om ifall att en särskild händelse inträffar.

Användningen av mobila BESS har ökat, vilket gör olyckor svårare att förutse och hantera. Kunskapen om de hot och risker som litiumbatterier och BESS innebär anses vara låg. Hälso- och sjukvårdens förståelse för de risker som uppstår vid tillverkning, lagring och storskalig användning av litiumbatterier är bristfällig. Exempelvis beaktades riskerna med BESS inte i Skellefteå kommun senaste risk- och förmågebedömning, trots att sjukhusens beredskap baseras på dessa analyser. Det är alarmerande att svensk hälso- och sjukvård har en dålig beredskap gällande dessa risker, särskilt eftersom Sverige förutspås vara ett av Europas länder som kommer att leda tillämpningen av BESS och framförallt inom bostadsbranschen. Detta påkallar ett behov av att stärka sjukvårdens och andra berörda aktörers kompetens och förberedelser för hantering av batterirelaterade risker.

³⁹ Moa EHY, Go YI. Large-scale energy storage system: safety and risk assessment. Renewables : wind, water, and solar. 2023;10(1):13.

⁴⁰ EPRI BESS Failure Incident Database. BESS Failure Event Database. In: Electric Power Research Institute, editor. 2024.(Ibid)

Masskadeevakuering i höjd beredskap – lärdomar från Ukraina

Slutsats och rekommendationer

För att svensk ambulanssjukvård i allvarliga kris- och krigsförhållanden ska klara av medicinsk evakuering från skadeområden rekommenderas att:

- Ett tillräckligt antal ändamålsenligt anpassade fordon för transport av skadade säkerställs genom tekniska och organisatoriska lösningar.
- Ambulanspersonal tränas i att ge avancerad vård tidigt i vårdkedjan och under längre transporter, med minimalt med utrustning och i extrema miljöer.
- Fordon för medicinsk evakuering är kompatibla med både civil och militär sjukvård och snabbt kan tas i bruk.
- Förberedelser görs för snabb tillverkning av bårar som är kompatibla med både civil och militär sjukvård, samt ovan anvisade anpassade fordon, samt så långt möjligt NATO standard.
- Ambulansverksamhetens arbetssätt justeras utifrån sannolika risker med särskilt fokus på förändrat säkerhetsläge.
- Ambulanspersonal tränas i att arbeta i riskfyllda miljöer med särskilt fokus på förändrat säkerhetsläge, inklusive och förmåga att lösa problem i komplexa och okända miljöer, under hot.

Analys

Sverige står idag inför ett ökande antal hot som gör landet mer sårbart för kriser, inklusive extremväder, krigshändelser och terrorism. Effekterna av dessa händelser kan leda till massskadesituationer där ett stort antal skadade individer behöver omedelbar vård och transport, vilket ställer stora krav på den svenska ambulanssjukvårdens beredskap och kapacitet. Sveriges inträde i NATO har dessutom ökat kraven på sjukvårdens beredskap att hantera många skadade över längre tidsperioder samt att främja samverkan mellan civil och militär sjukvård⁴¹.

⁴¹ Regeringskansliet (2024) [Samverkan mellan militär verksamhet och civil sjukvård ska vidareutvecklas - Regeringen.se](#) [available 2024-10-29]

Flertalet inträffade händelser i Sverige, så som översvämningen i Åre⁴², tågurspårning i Hudiksvall⁴³ och snökaoset på E22:an⁴⁴, tillsammans med en nylig tågincident i Norge där flertalet vagnar spårade ur på grund av stenras⁴⁵, illustrerar exempel på händelser som kan förväntas bli allt vanligare i framtiden på grund av klimatförändringar. Även om antalet döda och skadade i dessa händelser förblev lågt, finns andra internationella exempel där döds- och skadeutfallen vid varit avsevärt högre^{46, 47}.

Den svenska ambulanspersonalen är utbildade för att hantera sådana händelser, men massskadehändelser är ovanliga och ställer särskilda krav på organisatorisk beredskap, samordning och infrastruktur. Som framhållits tidigare i föreliggande rapport är Sveriges nuvarande förmåga att mobilisera prehospitalla förstärkningsresurser och att öka kapaciteten vid stora eller samtidiga händelser, särskilt i glesbygd, inte tillräcklig. Ett viktigt antagande är att beredskapen och kapaciteten för att hantera masskadesituationer kan variera beroende på krisens ursprung, där exempelvis en masskadesituation orsakad av klimatpåverkan kan ställa andra krav än en motsvarande situation som uppstår vid höjd beredskap eller i samband med krig. Den här delen av rapporten kommer att fokusera på förutsättningar och behov för masskadeevakuering till följd av krig, vilket inte utesluter att dessa även kan vara giltiga i normalt säkerhetsläge men under extrem plötslig belastning.

Rysslands pågående invasion av Ukraina har, i en omfattning som överstiger vad som tidigare har rapporterats från andra krig, resulterat i omfattande skadeutfall och allvarliga personskador⁴⁸, sannolikt pga nyttjande av moderna vapen så som långdistans- och antitankmissiler samt intensiv artilleribeskjutning och drönare⁴⁹. Det stora skadeutfallet och de allvarliga personskadorna har krävt att mer avancerad vård måste kunna ges tidigt i vårdkedjan för att öka chansen till överlevnad för de skadade. I praktiken har dessa omständigheter krävt att civila ambulanssjukvårdare behövt arbeta i omedelbar närhet till krigszonen med uppdrag att både evakuera och behandla skadade. Ett nära samarbete mellan militär och civil sjukvård har blivit nödvändigt.

Krigets omfattande förstörelsen på infrastruktur, inklusive vägar och broar, har kraftigt försämrat möjligheten för evakueringsfordon att ta sig fram, och de som körs på de

⁴² Ny rapport varnar för dödliga naturkatastrofer i Åre | SVT Nyheter Ny rapport varnar för dödliga naturkatastrofer i Åre | SVT Nyheter [available 2024-10-29]

⁴³ SHK Urspårning av resandetåg 50562 mellan Iggesund och Hudiksvall. 2024. https://shk.se/download/18.14a7162118fd2ae31102f105/1718614778548/SHK%202024_09%20Statusrapport%20Iggesund.pdf [available 2024-10-29]

⁴⁴ Trafikverket. Rapport. [Utvärdering av händelsen på E22 Snöövädret den första veckan i januari 2024](#) [available 2024-10-29]

⁴⁵ <https://www.jarnvagsnyheter.se/2024/1025/16757/tagolycka-i-norge-lokforare-omkom-mojligt-stenras-bakom-olyckan> [available 2024-10-29]

⁴⁶ WHO <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

⁴⁷ Stephens CQ, Newton C, Kappy B, Melhado CG, Fallat ME. [Extreme Weather Injuries and Fatalities, 2006 to 2021. *JAMA Netw Open.* 2024;7\(8\):e2429826. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.29826](#)

⁴⁸ Baker MS, Baker J, Burkle FM. (2023) Russia's hybrid Warfare in Ukraine threatens both healthcare & Health protections provided by international law. *Annals of Global Health.* 89(1):3, 1-6.

⁴⁹ Epstein, A., Lim, R., Johannigman, J., Fox, C. J., Inaba, K., Verduyze, G. A., Thomas, R. W., Martin, M. J., Konstantyn, G., & Schweitzberg, S. D. (2023). Putting Medical Boots on the Ground: Lessons from the War in Ukraine and Applications for Future Conflict with Near-Peer Adversaries. *Journal of the American College of Surgeons*, 237(2), 364–373. <https://doi.org/10.1097/XCS.0000000000000707>

krigsdrabbade vägarna riskerar att gå sönder eller få punktering⁵⁰. Samtidigt har ambulanserna i allt högre grad blivit mål för attacker. I brott mot internationell humanitär rätt har fordon märkta med skyddssymboler attackerats, avsiktligt och systematiskt^{51,52,53}. Detta har lett till stor brist på ambulanser vilket har bidragit till att alternativa fordon behövs och att dessa har utformats i annan färg och form för att undvika att bli träffade och kunna transportera flertalet skadade samtidigt. Det har också lett till att ambulanspersonalen behövt justera sitt arbetssätt för att minska risken för både dem själva och patienterna att bli skadade⁵⁴. Sammantaget har framkörningstiderna och vården under transport till sjukhus blivit längre och mest troligt bidragit till ökad dödlighet⁵⁵.

För att Sverige ska stärka sin ambulanssjukvårds beredskap att hantera stora skadeutfall i krigssituationer kan viktiga lärdomar från erfarenheterna i Ukraina tillämpas. En viktig slutsats är att ambulanspersonal behöver kunna utföra avancerad vård i nära anslutning till krigszonen, under längre tid och med minimala resurser till skadade med livshotande krigsskador. Huruvida denna kompetens, teoretisk och praktisk, finns bland svensk ambulanspersonal idag behöver utredas.

En annan slutsats är att Sveriges tillgång till ambulanser kan vara otillräcklig vid händelser där skadeutfallet är omfattande och kommer att vara så under en längre tid. För att möta detta måste Sverige utveckla strategier som säkrar tillgången på alternativa fordonslösningar för evakueringar, kompatibla med den utrustning som samverkande aktörer använder sig av.

Vidare är det avgörande att ta till sig insikten att sjukvården inklusive ambulanserna är måltavlor för attacker i krigssituationer och att det kommer att krävas att ambulanspersonal tränas i förmågan att lösa problem i komplexa och okända miljöer, under hot.

⁵⁰ Thielmann, B., Zavgorodnii, I., Schwarze, R., & Zabashta, V. (2024). Field report: ambulance service in Ukraine during weaponized conflict. *Internal and Emergency Medicine*, 19(7), 1793–1796. <https://doi.org/10.1007/s11739-024-03728-y>

⁵¹ Dzhus, M. & Golovach I. (2022). Impact of Ukrainian-Russian War on Health Care and Humanitarian Crisis. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 17(e340),1-3. Doi: <https://doi.org/10.1017/dmp.2022.265>

⁵² Heisler M.(2023). Attacks on Health care used as a weapon of war in Ukraine and Globally. The demand for accountability. *JAMA*. March 28. 329:12.

⁵³ Barten, D. G., Tin, D., Granholm, F., Rusnak, D., van Osch, F., & Ciottone, G. (2023). Attacks on Ukrainian healthcare facilities during the first year of the full-scale Russian invasion of Ukraine. *Conflict and Health*, 17(1), 57–57. <https://doi.org/10.1186/s13031-023-00557-2>

⁵⁴ Gyllencreutz, L. & Westman, A. (2024). Evakuering av skadade-lärdomar från Ukraina. Rapport. Submitterad.

⁵⁵ Quinn, J., Panasenکو, S., Leshchenko, Y., Gumeniuk, K., Onderková, A., Stewart, D., Gimpelson, A. J., Buriachyk, M., Martinez, M., Parnell, T., Brain, L., Sciulli, L., & Holcomb, J. (2024). Prehospital Lessons From the War in Ukraine: Damage Control Resuscitation and Surgery Experiences From Point of Injury to Role 2. *Military Medicine*, 189(1–2), 17–29. <https://doi.org/10.1093/milmed/usad253>