



Bruk av droner for å bedre pasientflyt i akutte situasjoner

AAR4912, EiT, Arkitektur for helse: fremtidens smartere sykehus

Gruppe 5, Våren 2019



Sammendrag

I denne artikkelen vil vi se på droner som et virkemiddel for å bedre pasientflyt i akuttmottak, for å redde liv og minske presset på akuttmottaket. For å jobbe med et konkret eksempel fokuserer vi på hvordan droner kan brukes i en bestemt akutt situasjon, benyttet i forbindelse med opioidoverdoser i Trondheim. Opioidmisbruk er et alvorlig og verdensomfattende problem som tar opp mye ressurser fra akuttberedskapen. Dessuten er bistand i forbindelse med overdose et helt nytt bruksområde for droner, som ingen har sett på tidligere. Vi foreslår konseptet eDrone, som står for Emergency Drone. I tilfelle overdose flyr dronen ut med motgiften nalokson, som kan gis av personer som ikke er helsepersonell, i form av en nesespray. Dermed kan man kutte responstiden og redde liv, og som en konsekvens av dette bedre pasientflyten. Vi har laget en interaktiv forklaring av konseptet på <https://edrone.no/>.

Innhold

Sammendrag	1
Innledning	3
Metode	3
Teori	3
Pasientflyt	4
Dagens bruk av droner innenfor helse	4
Opioidoverdoser	5
Hva skjer ved en overdose?	5
Akutt behandling i dag	6
Videre behandling etter overdose	7
Overdoser i Norge	7
Innføring av ny teknologi	8
Resultater	9
Frakt av nesespray til pasient	10
Kostnader forbundet med utrykning til overdoser	11
Innføring av droneteknologi i helsevesenet	11
Beskrivelse av løsning	12
Andre bruksområder for droneteknologi i akuttberedskapen	14
Diskusjon	14
Konklusjon	16
Videre forskning og våre anbefalinger	17
Vedlegg 1: Intervjuspørsmål brukt til intervju av AMK-personell	18
Vedlegg 2: Utregninger av kostnader	19
Referanseliste	20

Innledning

I dette prosjektet utforskes muligheten for å bruke droner til å effektivisere pasientflyten i akuttmottak. Droner har et stort potensiale til å brukes i mange ulike akutte situasjoner og i denne artikkelen blir det fokusert på opioidoverdoser. Ved å behandle opioidoverdoser raskt, med droner som kommer før ambulansepersonell, er potensialet stort for å kunne redde liv og frigjøre ressurser i akuttmottaket. Dette kan igjen være med på å gi en mer effektiv pasientflyt. For å presentere konseptet på en måte som er lett å forstå for utenforstående har det blitt laget en nettside på <https://edrone.no>.

Dette prosjektet er en del av faget EiT på NTNU, hvor temaet er Arkitektur for helse: Fremtidens smarte sykehus. Det overordnede temaet fokuserer på forskning rundt og design av fremtidens smarte sykehus. Smarte sykehus kan sees på som et sykehus som en sosial konstruksjon, designet for møter mellom pasienter og helsepersonell. Smarte sykehus bør ha en infrastruktur som legger til rette for at kliniske prosesser blir effektive og virkningsfulle. Det fokuseres på smarte sykehus for å øke produktiviteten i sykehusene, og samtidig øke pasientenes opplevelse av kvalitet på sykehusene og ellers i helsetjenestene. Et eksempel på smarte sykehus er utarbeidet av Frost og Sullivan (2018) som ser for seg at det i fjern fremtid ikke vil være nødvendig at pasienter kommer inn til sykehuset, det vil med andre ord være en teknologi som kan utøve tjenester på avstand.

Metode

For å besvare forskningsspørsmålet på best mulig måte, ble tidligere relevant litteratur brukt. Nettsteder som PsychNet, PubMed, medisinsk leksikon, google og google scholar ble benyttet for å få et oversiktlig bilde. Søkeord som «sykehus», «droneteknologi», «UAV», «opioid overdose», «håndtering», «emergency», «logistikk», «LAR», «Naloxone» tilbyr et stort utvalg med artikler som bidro til å besvare forskningsspørsmålet.

I tillegg til dette, utførte vi et intervju med personell ved AMK-sentralen ved St. Olavs hospital (*Vedlegg 1*). Intervjuet med AMK-sentralen varte i en time. Tilstede var en student fra hver disiplin; medisin, psykologi og teknologi, i tillegg til avdelingsleder, teknisk leder og sykepleier på AMK-sentralen.

Teori

I teoridelen fokuseres det på de synlige problemene i dagens pasientflyt og hvordan droner utvikles i dag for å redde liv og for å øke kapasiteten i akuttberedskapen. Som et eksempel utforskes det hvordan droner kan brukes i akutt behandling av opioidoverdoser.

Pasientflyt

Pasientflyt vil si bevegelse av pasienter gjennom hele behandlingsforløpet, fra kontakt med helsevesenet opprettes til de skrives ut (3). Akuttmottak over hele verden møter i dag utfordringer med økt behov, flere pasienter og manglende kapasitet til å møte etterspørselen for akutte helsetjenester. Som et resultat av dette har man sett en tendens til overbelegg på sykehusene. Det vil si at kravet på akuttmottaket overstiger kapasiteten, hvilket fører til dårligere kvalitet på behandling, forsinkelser i behandling og avvik. Det er også vist en økt tendens til dødelighet og skader ved overbelegg av akuttmottak og dårlig pasientflyt (1, 2).

En rekke forskjellige tiltak kan gjennomføres for å bedre pasientflyt i akuttmottaket, som blant annet endringer i hastegradsvurdering, behandlingsforløp og effektivisering av tidkrevende diagnostikk som blodprøver og bildediagnostikk. Også utenfor selve akuttmottaket kan man gjøre endringer. En studie viste at pasienter som hadde vært hos en fastlege før de kom til akuttmottaket brukte 19% mindre tid i akuttmottaket sammenliknet med pasienter som ikke hadde vært hos en lege først (4). Å finne flere løsninger som kan bedre pasientflyten vil på sikt frigjøre ressurser i akuttmottaket. Dermed vil det bli bedre plass til pasientene, og det vil bli gjort mindre feil.

Dagens bruk av droner innenfor helse

Bruken av droner innenfor helse er fremdeles i utviklingsstadiet. Droner har blitt brukt til å frakte utstyr og medisiner til avsidesliggende områder. Droner har også blitt utprøvd i søk etter savnede personer i fjellet (19), som bistand til luftambulanse. Et annet eksempel på bruk av droner innenfor helse er droner som frakter hjertestartere til pasienter med hjertestans, slik at dette kommer raskere til pasienten enn ambulansen som kommer etter. Dette er tiltak som kan bedre overlevelse og hindre senskader og eventuell død hos pasienter med hjertestans (20), men teknologien er enda ikke tatt i bruk som behandling.

Opioidoverdoser

Opioidoverdoser ramme både brukere av reseptbelagt opioider og illegalt bruk. Det er et verdensomfattende problem og det anslås at mellom 12 og 21 millioner mennesker i verden bruker opioider. Hvert år dør 69.000 mennesker av opioidoverdoser i verden, mens tallet for overdoser som ikke ender med døden er langt høyere (5). USA rammes av en opioidepedemi, og det dør i snitt 115 personer hver dag av overdoser. Overdosene kommer først og fremst av reseptbelagte opioider, heroin og syntetiske opioider som fentanyl. Det er estimert at dette koster landet 78,5 milliarder dollar (ca 670 milliarder NOK) per år (6). I Norge døde det de siste fem årene i snitt 263 personer av overdoser hvert år (7), mens det er over tusen ambulanseutrykninger i året grunnet overdoser i Oslo alene. I Norge er det omtrent 14 000 misbrukere av heroin og andre opioider (8, 9), men det er et usikkert estimat. Det skyldes blant annet at grensen mellom bruk og misbruk er vanskelig å definere.

Hva skjer ved en overdose?

Opioider er en gruppe sentralstimulerende stoffer som brukes som smertelindring for en rekke tilstander. Opioider kan også gi en følelse av eufori og velvære, i tillegg til at det er sterkt vanedannende. Opioider kan enten injiseres, tas i tablettform, røykes eller sniffes. Injeksjoner er knyttet til høyest risiko, da denne administreringen fører til raskere virkning enn ved andre administrasjonsmåter (7). Ved en livstruende overdose av opioider utvikler pasienten lavt blodtrykk, sirkulatoriske forstyrrelser, bevissthetstap og respirasjonssvikt/stans som kan føre til hjertestans og død. Pasienten står også i fare for å utvikle hjerneskade som følge av oksygenmangel (8).

Akutt behandling i dag

Den vanligste behandlingen av opioidoverdoser, utenfor sykehus, er akutt ambulant behandling med motgiften nalokson som reverserer effekten (10). Behandling gis av ambulansepersonell i form av intravenøs eller intramuskulær injeksjon av nalokson. I tillegg til medikamentell behandling gis ofte respirasjonsstøtte. De fleste som behandles vil oppnå reversering av symptomer og få tilbake egen respirasjon i løpet av kort tid. Det er forskjellig praksis rundt om i verden hvorvidt pasientene får videre behandling i akuttmottak og sykehus etter en overdose. I Norge blir så mange som 85% "ferdigbehandlet" på stedet og får ikke videre behandling på akuttmottak eller sykehus (11), i Wien er det kun 20% som behandles på stedet (12). Nalokson fører til rask reversering av effektene av opioider, derfor er det viktig å vise forsiktighet når det administreres. Dersom effekten av opioidet reverseres for raskt, kan pasienten oppleve akutte abstinenssymptomer som hypertensjon,

hjerterytmeforstyrrelser, pustebesvær og hjertestans. Akutt abstinenssyndrom kan i mange tilfeller gjøre pasienten svært urolig. I noen tilfeller er det nødvendig med flere doser nalokson, avhengig av hvor mye opioid pasienten har tatt (13).

Det er generelt få bivirkninger knyttet til nalokson. De vanligste bivirkningene er de samme som ved opioidabstinenser. Dersom vedkommende som mottar nalokson ikke har tatt opioider vil virkestoffet ikke ha noen virkning på pasienten. Alvorlige allergiske reaksjoner kan oppstå, noe som kan være livstruende (13, 14), men dette anses som veldig sjeldent. Umiddelbart etter en overdose anbefaler verdens helseorganisasjon (WHO) at pasienten følges opp av helsepersonell i 2 timer (15), men av ulike årsaker gjøres det ikke alltid i praksis (9).

Nalokson har de siste årene kommet som nesespray, NARCAN ©, som er godkjent for bruk ved opioidoverdoser (5). Dette gjør medikamentadministreringen enda enklere i en akutt situasjon da nesesprayen er designet slik at den kan administreres av ikke medisinsk personell. AMK-sentralen på St. Olavs påpekte at opioidmisbrukere dessverre regnes som en utakknemlig pasientgruppe. De er ofte irriterte når de våkner etter behandling da de føler noen har tatt fra dem rusen som de har betalt for. De fleste som blir behandlet for overdose våkner opp på stedet, og vil da ikke være med til sykehuset for videre behandling dersom de får bestemme selv. Derimot blir de tatt med inn på avdelingen dersom de har hatt hjertestans eller ikke våkner ved gjenopplivning.

Videre behandling etter overdose

En overdose av opioider er ikke bare en kritisk medisinsk tilstand, men også uttrykk for at pasienten er i en kritisk fase av livet. Etter en overdose er det stor fare for påfølgende overdoser. Kun en av fire søker profesjonell hjelp. For de som søkte hjelp etter en overdose var informasjon fra sykehuspersonale avgjørende for å nyttiggjøre seg av mulighet til medisinsk, sosial og psykisk hjelp (9). Behandling av opioidavhengige gjøres ved Legemiddelassistert rehabilitering (LAR). LAR er en del av et helhetlig rehabiliteringsforløp og er et tverrfaglig tilbud mellom spesialisthelsetjeneste, sosialtjeneste i kommunene og primærhelsetjenesten (16). Kostnadene ved LAR er vanskelig å beregne, men de kan antas å være høye da dette i utgangspunktet er en livslang behandling (Hvor mye vil heroin-behandling koste? **OK**)

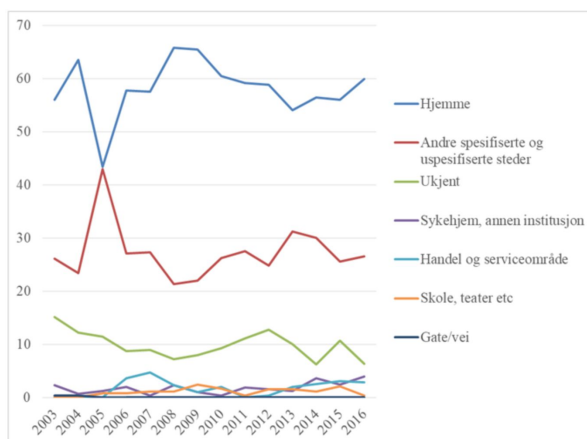
Overdoser i Norge

Opioidoverdoser i Norge er nesten utelukkende et problem i storbyene og i områdene rundt; Oslo, Stavanger, Bergen og Trondheim(8). Det antas at snittkostnadene for utrykning, som omtales i avsnittet over, er forholdsvis lik i de andre byene som det den er i Oslo.

I omtrent to tredjedeler av dødsfallene har vedkommende vært

alene(<https://www.straight.com/news/1144491/coroners-analysis-shows-average-victim-bcs-opioid-epidemic-male-using-drugs-alone-and> OK). Hvis ikke ambulansesentralen får melding om overdosen kan verken de eller en drone redde personen.

Som Figur 1 viser skjer omtrent 60% av alle dødsfall i hjemmet. For at medisinen skal komme frem til pasienten må enten dronen komme inn i hjemmet eller noen i hjemmet må ut og hente medisinen fra dronen utenfor.



Figur 1: Omtrent 60% av alle dødsfall som følge av overdoser skjer i hjemmet

Innføring av ny teknologi

Nye teknologiske løsninger i organisasjoner, i dette tilfellet et sykehus, kan bli sett på som en prosess av innovasjon (23). Dette kan blant annet innebære en enklere måte å kommunisere med hverandre, pasientflyt, organisasjonsdrift etc. Det er lite forskning på hvordan droner eller droneteknologi påvirker ansatte eller pasienter ved et sykehus, da det ikke brukes i dag.

I dagens globale økonomi er det viktig at en organisasjon fremstår som konkurransedyktig overfor andre organisasjoner (24). For å fremstå som konkurransedyktig er det nødvendig at organisasjoner utvikler seg teknologisk – for å møte kundenes behov. Dette kan videreføres til hvordan et sykehus

drives, men fokuset på et sykehus er å effektivisere pasientflyten, og arbeidsforholdene til de ansatte. På sykehus i dag er det mange ulike teknologiske løsninger som bidrar til en enklere og mer effektiv utførelse av arbeidet. Mer effektivisering kan igjen bidra til mindre belastende jobber hos ansatte ved et sykehus, som videre kan forbedre arbeidsvilkårene. Flere ansatte på sykehus i dag opplever usikkerhet i forhold til egen arbeidssituasjon, dårlig psykososialt arbeidsmiljø og et stadig økende tidspress i arbeidssituasjonen. Det har også blitt registrert høyt sykefravær på sykehus, hvor mange avdelinger har et sykefravær som ligger på 60- 80% (25). Det er viktig for det psykososiale arbeidsmiljøet at arbeidet er lagt opp på en måte som bidrar til at man forebygger stress, konflikter, tidspress eller lignende. Dette kan blant annet bli redusert med effektive teknologiske løsninger, som for eksempel droner, som avlastar ansatte og gir mulighet for en bedre pasientflyt.

Over halvparten av norske bedrifter anser seg selv som mottakelig og rustet for å tilpasse seg til dagens raske teknologiske utvikling. Her kommer det inn et betraktelig skille mellom privat og offentlig sektor, hvor offentlig sektor (blant annet sykehus) viser til å ha en lavere evne til å tilpasse seg den teknologiske utviklingen (38%), enn den private (62%). Uavhengig av dette, viser forskning at god prosjektledelse ved innføring av nye teknologiske virkemidler har en god forutsetning i å lykkes (26). Ved innføring av nye teknologiske løsninger er det viktig at ledelsen er mye tilstede under omstilling til nye teknologiske virkemidler, for å sørge for at ansatte involverer seg og deltar i prosessene, og får et slags eierskap til endringene. Dette vil igjen bidra til at endringene blir mer akseptert og positivt mottatt av de ansatte.

For å implementere droneteknologi i helsevesenet er det viktig at det finnes en dokumentert gevinst, både for pasienten og de ansatte. Det er viktig at innføringen av denne teknologien skjer under oppfølging av ledelsen og med hensyn til ansatte. Nye teknologiske instrumenter i møte med pasienter kan oppleves som fremmed og uvant, siden denne typen fjernteknologi er ukjent for store deler av befolkningen. AMK-sentralen påpekte flere utfordringer ved dronebruk. Et poeng var at opioidoverdoser hovedsakelig skjer i storbyer og har høy prioritert. Responstiden med ambulanse er på åtte minutter. Derfor så de for seg at det ville bli vanskelig å spare inn tid på å sende droner istedenfor. De påpekte også at de fleste overdosene skjer inne, og at droner ikke har muligheten til å komme seg inn i boliger på egenhånd. For det andre påpekte de utfordringen med hvordan en kunne sikre at riktig person får riktig medikament. Derimot så de for seg at hjertestans var en mer aktuell tilstand der droneteknologi kan implementeres.

Resultater

Resultatet av forskningen i dette prosjektet er konseptet eDrone, som står for Emergency Drone. Resultatene tyder på at droner kan og vil bli en viktig del av akuttberedskapen i årene som kommer. I denne delen forklares hvordan eDrone kan brukes i et eksempeltilfelle, ved overdoser.

Frakt av nesespray til pasient

I storbyer i dag er den vanligste responsen på en overdose utrykning med ambulansebil (18). Ambulansen har da med seg nødvendig personell, medisiner og utstyr. Ambulansehelikopter brukes ved lengre distanser eller i ujevnt terreng. Det finnes et begrenset antall ambulansebiler og ambulansehelikopter som kan være i aksjon samtidig. På St. Olavs Hospital er det totalt 3 ambulansehelikopter og 28 ambulansebiler (intervju med AMK OK).

Et supplement til ambulansebil er å frakte nesespray til pasienten ved hjelp av droner. Valg av hvilken type teknologi som er mest optimal for frakt av nesespray til en pasient varierer basert på lokasjonen til hendelsen. Om hendelsen skjer i ujevnt terreng må man ha rekkevidde samt være uavhengig av tradisjonelle veier på bakkenivå. Unmanned Aerial Vehicle (UAV), også omtalt som droner, kan frakte små gjenstander i luftretning og unngår å måtte løse logistikkproblemer som oppstår på bakkenivå. Droner unngår også problemer med å finne korteste vei i urbane områder, noe som er en stor hindring for ambulansebiler som må følge byenes infrastruktur. Ambulansehelikopter har problemer med å nå frem i urbane områder fordi det er farlig. Den har også uheldige effekter som mye støy og store luftmasser som beveger seg hurtig rundt kjøretøyet. Droner kan løse disse problemene med at de kan være små, presise og billige både i utvikling og drift.

Fra intervjuet med AMK sentralen kom det fram at de hadde lite erfaringer med droner og droneteknologi som et hjelpemiddel. De har derimot erfart at privatpersoner har sendt egne droner til ulykkessteder. Dette kompliserer deres arbeid, både ved at personvern ikke blir tatt hensyn til, i tillegg til at droner utgjør en stor risiko for ambulansehelikopter da de ikke dukker opp på kartet til AMK. Dette kan føre til at helikopterpersonalet mister kontrollen over helikopter. Selv om personalet på AMK-sentralen beskrev seg selv som konservative, tror de at droner kan bli relevant i fremtiden, så lenge de kan føre til bedre behandling av pasienter eller gi AMK bedre oversikt over situasjoner. Et absolutt minimumskrav for AMK-personalet er at dronene skal lokaliseres presist på kart, slik at de har oversikt over hvor de er til enhver tid.

I Figur 2 kan man se forskjellige typer droner som har forskjellige egenskaper. “Multi-Rotor” er en drone med to eller flere propeller som løfter dronen. Denne er billig, presis og vanligst i bruk.

“Fixed-Wing” fungerer som et vanlig fly med vinger og en eller flere propeller til fremdrift. Denne har god rekkevidde og kan løfte tyngre, men er veldig upresis. “Single-Rotor” har én stor propell som løfter den opp, som et helikopter, men på grunn av en stor propell kan denne være farlig for publikum. Den har heller ikke så mye kontroll som en “Multi-Rotor” og kan derfor være upresis i tillegg. “Fixed-Wing Hybrid” er en hybrid av en “Multi-Rotor” og en “Fixed-Wing”, delvis en drone som kan løftes rett opp, samt fly som et vanlig fly når den er i passe høyde. Denne kan både fly langt, som en “Fixed-Wing”, og den er presis, som en “Multi-Rotor”.

Pros and Cons Table

	Pros	Cons	Typical Uses	Price (\$AUD)
Multi-Rotor	<ul style="list-style-type: none"> • Accessibility • Ease of use • VTOL and hover flight • Good camera control • Can operate in a confined area 	<ul style="list-style-type: none"> • Short flight times • Small payload capacity 	Aerial Photography and Video Aerial Inspection	\$5k-\$65k for pro drones
Fixed-Wing	<ul style="list-style-type: none"> • Long endurance • Large area coverage • Fast flight speed 	<ul style="list-style-type: none"> • Launch and recovery needs a lot of space • no VTOL/hover • Harder to fly, more training needed • Expensive 	Aerial Mapping, Pipeline and Power line inspection	\$25-\$120k for pro drones
Single-Rotor	<ul style="list-style-type: none"> • VTOL and hover flight • Long endurance (with gas power) • Heavier payload capability 	<ul style="list-style-type: none"> • More dangerous • Harder to fly, more training needed • Expensive 	Aerial LIDAR laser scanning	\$25-\$120k for pro drones
Fixed-Wing Hybrid	<ul style="list-style-type: none"> • VTOL and long-endurance flight 	<ul style="list-style-type: none"> • Not perfect at either hovering or forward flight • Still in development 	Drone Delivery	TBD, in development

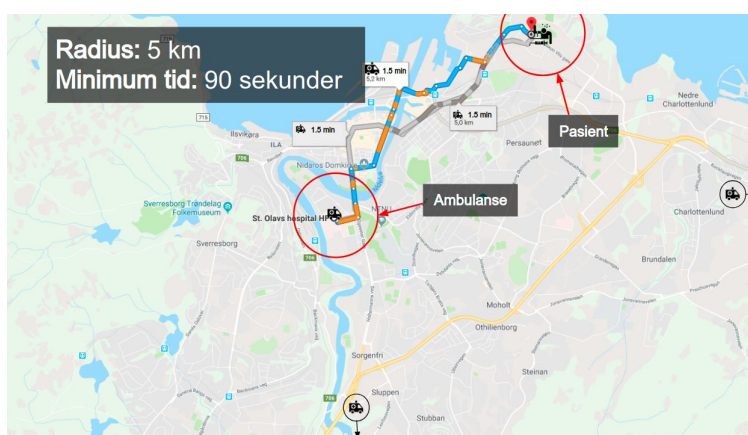
Figur 2: Viser fordeler og ulemper ved de ulike dronene. Kilde: (22)

Kostnader forbundet med utrykning til overdoser

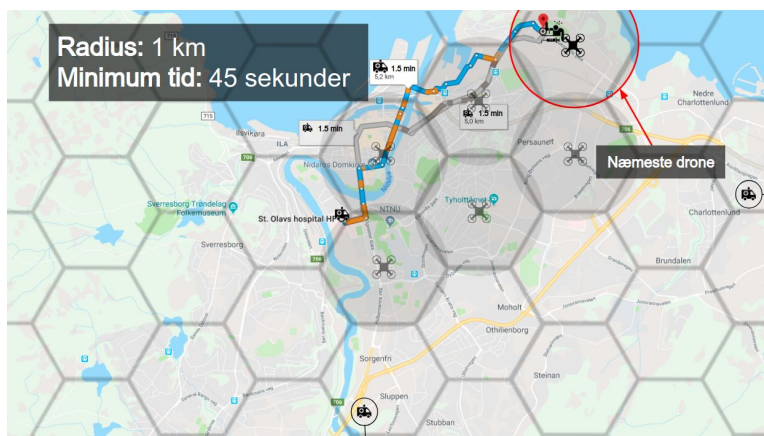
Kostnadene forbundet med utrykning knyttet til overdoser av opioider i seg selv er ikke så store at de representerer et samfunnsproblem. I Oslo er det omtrent 4500 årlige utrykninger som følge av overdose av opioider (9). Grove overslag basert på tall fra private ambulansetjenester i Australia (17), justert for norsk kostnadsnivå, viser at en gjennomsnittlig utrykning som følge av en opioidoverdose, hvor pasienten kun behandles på stedet, kan beregnes til omtrent 2000 kroner. Det er betydelig mindre enn utrykning hvor pasienten blir fraktet til sykehuset, som i snitt koster omtrent 8000 kroner. Siden såpass mange blir behandlet på stedet i Oslo er total snittkostnad per utrykning omtrent 3000 kroner. Den totale kostnaden for alle utrykninger til tilfeller med opioidoverdoser i Oslo er omtrent 14 millioner (Vedlegg 2).

Beskrivelse av løsning

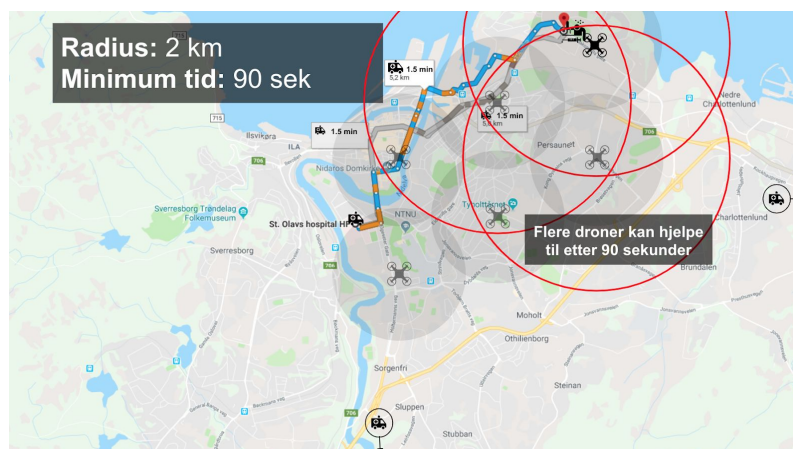
Den løsningen som er mest gunstig rundt plassering av dronene i byen, er på apotekene. Tanken er at det skal finnes droner på de fleste apotek, slik at sykehus og personell har bedre kontroll over dem. Dronene vil da ha kortere reisetid til hendelser, da de er plassert rundt om i byen. I tillegg får en fordel av at apotekpersonalet kan vedlikeholde dronen og være ansvarlig for påfylling av medisinsk utstyr. Det trenger ikke å være droner plassert på alle apotek, ettersom de kan være lokalisert tett ved hverandre i sentrum av byen. Det er derimot viktig å finne et estimat på hvor stort behov det er for å klare å effektivisere akutte situasjoner, og plassere dronene deretter. Dette har ikke blitt vurdert i denne artikkelen.



Figur 3: Dagens løsning kan i teorien bruke under to minutter forutsatt ingen trafikk og konstant hastighet på 180 km/t



Figur 4: Trondheim kan dekkes med droner.



Figur 5: Flere droner kan bistå etter 90 sekunder dersom det er behov.

Andre bruksområder for droneteknologi i akuttberedskapen

Det er flere andre medisinske akuttsituasjoner der droner kan bidra, som for eksempel ved hjertestans. 3-4000 personer dør hvert år i Norge av uventet hjertestans, hvilket utgjør 70-80% av alle tilfeller (<https://norskluftambulans.no/flere-kan-overleve-hjertestans/> OK). Hos disse pasientene er det essensielt med rask hjelp, da sjansen for overlevelse minker med 10% hvert minutt (<https://www.rodekorsforstehjelp.no/rad-og-informasjon/forstehjelptips/forstehjelp-og-personlig-beredskap/> OK). Det er vanskelig å komme raskt nok frem i et langstrakt land som Norge, der dagens snitt for utrykningstid på noen rurale steder er over én time (<https://www.nrk.no/norge/ambulansene-kommer-ikke-raskt-nok-frem-1.14023472> OK). I Oslo er tiden på sitt beste 8 minutter (<https://www.rodekorsforstehjelp.no/rad-og-informasjon/forstehjelptips/forstehjelp-og-personlig-beredskap/> OK), men helst skulle de ønske de kunne være fremme innen fire minutter (Intervju AMK Stølavs).

Et annet potensielt bruksområde for droner i akutte situasjoner er å lokalisere savnede pasienter, da det ved utrykning ofte er uklart hva den nøyaktige posisjonen til pasienten er. En drone vil da lettere kunne finne pasienten og gi tilbakemelding til AMK om eksakt posisjon (kilde: AMK-intervju).

Diskusjon

Det er flere fordeler med å bruke droner i akutt behandling av opioidoverdoser. Ved et tilfelle av opioidoverdose kan en drone komme raskt fram til pasienten. En drone kan fly med en hastighet på

160 km/h (27, 28) og som gir en teoretisk responstid på rundt to minutter i urbane strøk som Trondheim. Droner kan utstyres med medisinsk utstyr som EKG-apparat og puls-oximeter som kan brukes av den som melder inn overdoser, etter veiledning fra AMK. Dette kan gi ambulansen informasjon om vitale parametre hos pasienten, som de kan bruke når de ankommer. I tillegg kan man gi pårørende veiledning i respirasjonsstøtte og førstehjelp via dronen. En forutsetning for dette er at dronen har kamera og kommunikasjonsutstyr. Videre kan AMK gi veiledning til førstehjelp og den kan også lokalisere pasienter som vil gjøre det lettere for ambulanspersonell å finne fram til ulykkesstedet.

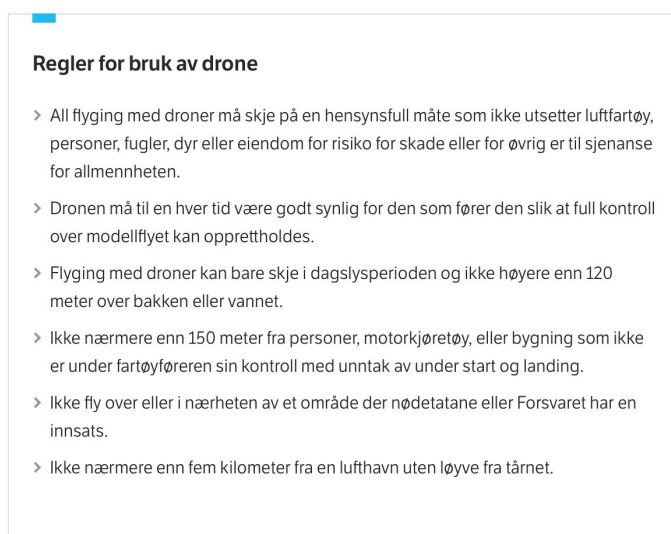
Det er en rekke utfordringer knyttet til bruken av droner i akutte situasjoner og i behandlingen av overdoser. For det første er det viktig at man klarer å identifisere overdoser slik at man gir korrekt behandling til de pasientene som trenger det. Det er ikke sikkert at pårørende eller andre personer rundt pasienten gjenkjenner en situasjon som en overdose. Det er derfor viktig at dronen kan kommunisere slik at man kan veilede pårørende, samt at den har videoteknologi som gjør det mulig å se situasjonen, men det er fremdeles ingen garanti for at man klarer å stille den korrekte diagnosen. En utfordring når man utstyrer droner med kamera og annen dyr teknologi er tyveri av både drone og utstyr. Da de fleste overdoser skjer i hjemmet og vil ikke dronen kunne komme helt fram til pasienten, men den kan kunne lande utenfor slik at pårørende kan hente inn dronen. Det er riktignok lite bivirkninger knyttet til nalokson som behandling og få farer hvis man skulle gi dette til noen som ikke har en overdose, men det er fremdeles en risiko for at pasienten kan utvikle anafylaktisk sjokk. Dette er en alvorlig allergisk reaksjon som inntreffer akutt, kan gi svikt i blodsirkulasjonen, respirasjonen og hjertestans, og kan være dødelig (8). Igjen er det viktig at dronen er utstyrt med kamera slik at man kan få visuell input, samt at dronen er utstyrt med medikamenter for behandling av anafylaktisk sjokk. Man må også vurdere om det er forsvarlig at personer som ikke er utdannet helsepersonell er rustet til å gi helsehjelp i slike situasjoner. Ved behandling av en overdose kan pasienten få akutte symptomer på abstinens, der de kan bli utagerende og representere en fare for seg selv og mennesker rundt seg. Et annet problem er at pasientene i mange tilfeller dra fra stedet rett etter oppvåkning. Dette gjør det vanskeligere å tilby videre helsehjelp, noe som bidrar til økt gjentakelsesfare. I tillegg er det usikkert om droner i behandling av overdoser har en gevinst sammenlignet med dagens behandling. For å finne svaret på dette må droneteknologi testes ut og dokumenteres.

Autonome droner er en reell visjon på sikt, men det er mange grunner til å ha drone-sjåfører som en del av akuttberedskapen, hvert fall i de første årene. Personalet på AMK mener at de trenger en egen drone-sjåfør til å ta seg av jobben med å styre dronen til dit den skal(kilde intervju), dette er ikke noe en sykepleier eller lege kan bli trent opp til å gjøre. Om de kan ansette en drone-sjåfør på fulltid, vil

det fortsatt være svært tidkrevende å iverksette drone-ambulanse. Av erfaring mener de at det vil bli en lang prosess å innføre et helt nytt teknologisk verktøy.

Om man sender en skreddersydd løsning til pasienten som er tilgjengelig og skalerbar, vil man oppnå mer effektivitet i travle perioder i helsevesenet. Denne løsningen kan også være uavhengig av mennesker, noe som reduserer risiko for menneskelige feil. På en annen side kan løsningen også introdusere nye risikofaktorer som følge av automatisering. Det er også rent praktiske forhold rundt implementering av droneteknologi som må vurderes. For eksempel kan vind påvirke både negativt og positivt på effektiviteten til dronen. Dette gjør at man må fokusere på å ha lengre batteritid for å sikre en ankomst hos pasient innen en rimelig tid. I tillegg må man ta hensyn til andre fartøy som bruker luftrommet. Om mange fartøy skal dele luftrommet kreves det et system som de kan samhandle i. Droner kan også utgjøre en risiko for ambulansehelikoptre og det er viktig at man har systemer som lokaliserer dronen i sanntid. Ved å bruke droneteknologi i akuttmedisin kan man frigjøre kapasitet i ambulansen, samt at man kan behandle akutt sykdom ved hjelp av droneteknologi og dermed forhindre varige skader og dødsfall.

Dagens regler for dronflygning er en utfordring. I *Figur 6* kan man se en oversikt over reglene. Det er altså ikke lov med dagens regler å fjernstyre en drone ved bare å se gjennom dronens kamera. Loven må endres slik at man gjør unntak for droner som brukes til akuttberedskap.



Figur 6: Regler for bruk av drone (2017) (Kilde:

<https://www.nrk.no/nordland/vil-bruke-droner-til-livredning-og-sok-1.13408647> OK)

Konklusjon

Vi har i denne artikkelen foreslått en konseptuell plan for hvordan droner kan brukes i akuttberedskapen for å minske skader og dødsfall av overdoser. Planen innebærer at dronen(e) styres av en eller flere dronesjåfører til steder hvor den kan rekke frem før ambulansen. Dronen har med seg nesespray med virkningsstoffet nalokson, en motgift mot opiodoverdosen som kan gis til pasienten av ikke-medisinsk personell. Dronene står utplassert ved apoteker rundt om i byen, hvor de kan vedlikeholdes og etterfylles med ny medisin.

Implementering av droneteknologi for behandling av opiodoverdoser har et stort potensiale. Det er en forutsetning at det tilrettelegges i alle ledd slik at implementeringen av droner går så lett som mulig. Opioidoverdoser er ikke nødvendigvis et så stort problem i Norge at det er et behov for droner utelukkende til dette formålet. Hadde problemet derimot vært enda større, som i USA, ville en lignende løsning vært mer aktuell. Etter intervju med AMK har det kommet klart frem at de mener at håndtering og behandling av opiodoverdoser er ganske god som den er. Selv om det er mange overdoser i storbyene, blant annet Trondheim, så er det ikke ved å automatisere håndteringen av disse som vil gi de store gevinstene i form av bedre pasientflyt. Det finnes dog en rekke andre medisinske tilstander, for eksempel hjertestans, som kan egne seg bedre til å bli behandlet med hjelp av droner i fremtiden.

Videre forskning og anbefalinger

Videre forskning og konseptutvikling burde se nærmere på utvikling av teknologi, pasientsikkerhet og organisasjon, samt hvordan droner i akuttberedskap kan rettferdiggjøres økonomisk. Det overordnede spørsmålet som burde adresseres er “Hvordan få akutt hjelp raskest mulig til den som trenger det?”. Logistikken burde utforskes nærmere, for å se hvordan droner og ambulanser kan jobbe best mulig sammen. Med tanke på pasientene burde det ses nærmere på hvordan behandling med drone utenfor sykehuset kan kutte ventetiden til pasientene og bidra til å minske problemet med overbelegg og kapasitetsutfordringer. Med tanke på sykehuset som organisasjon med ansatte og ledere burde man se nærmere på hvordan arbeidsmiljøet kan bedres ved at man innfører droner i akuttberedskapen. Det burde også forskes nærmere på hvordan droneteknologi kan implementeres i organisasjonen på en god måte, slik at teknologien blir utnyttet på best mulig måte i organisasjonen.

Vår første anbefaling er at Helsevesenet, og AMK spesielt, i større grad redegjør og konkret tester for muligheten til å bedre pasientflyten ved hjelp av droner. Vi mener droner kan redde liv i årene som kommer, og opiodoverdoser er bare ett av flere bruksområder hvor vi mener droner kan bli livsviktige. For det andre anbefaler vi at lovverket endres slik at det blir lovlig for akuttberedskapen å

benytte seg av droner i akutte situasjoner, hvor man ikke vil kunne overholde dagens regler. For det tredje anbefaler vi at man legger til rette for gradvis innføring av droneteknologi, slik at organisasjonen kan adoptere teknologien mest mulig effektivt.

Vedlegg 1: Intervjuspørsmål brukt til intervju av AMK-personell

- Hvordan tror du en drone teknologi vil mottas av personalet?
- Hvilke utfordringer ser dere ved denne teknologien?
- Hvilken fordel ser dere ved denne teknologien?
- Hvordan er pasientflyten til heroinmissbrukere idag? Blir alle som hentes pga overdose tatt med inn, blir de lenge, hvor blir de lagt inn hvis de blir lagt inn?
- Har dere noen erfaringer med bruk av droner fra før av?

Hva tror dere om at AMK som skal styre dronen ?

Vedlegg 2: Utrekninger av kostnader

Kost per utrykning

	NOK	
Emergency call out	\$976	7,790
Non-Emergency call out	\$218	1,740
Treat no Transport (flat rate)	\$218	1,740
Plus Kilometre charges	\$5.60	45
AUD to NOK, adjusted for cost level		\$8

Total kost i Oslo for utrykninger relatert til opioid-overdoser

Treat No Transport	6,685,372
Treat No Transport average	1,740
Emergency call out (with transport)	5,281,913
Emergency call out with average	7,790
Plus per km	2,020,404
Sum	13,997,219
Snitt	3,097

Ant utrykninger og tid per utrykning i Oslo

1999-2001	
Antall utrykninger i forbindelse med overdose (også andre overdoser enn naloxone)	5641
Ant utrykninger hvor det sikkert dreide seg om overdose av opioid og hvor de behandlet med naloxone	4520
Tid brukt i snitt per pasient	16.8
Snitt km per utrykning (eget overslag)	10
Source:	

Antall ambulanser i Oslo-området	16
Antall mennesker i Oslo-området	1,500,000

Totalt ant utrykninger totalt årlig i Norge, estimert for 2019	675,000
Tot ant utrykninger fra Ambulansesentralen på Oslo Universitetssykehus	450,000
Andel av utrykninger i Oslo som er opioidoverdoserelaterte	1.00%

Referanseliste

1. Sprivulis PC, Silva J-AD, Jacobs IG, Frazer ARL, Jelinek GA. The association between hospital overcrowding and mortality among patients admitted via Western Australian emergency departments. *The Medical Journal of Australia*. 2006;184(5).
2. Singer A, Thode H, Viccellio P, Pines J. The association between length of emergency department boarding and mortality. *Acad Emerg Med*. 2011;18(12).
3. Trebble TM, Hansi N, Hydes T, Smith MA, Baker M. Process mapping the patient journey through health care: an introduction. *BMJ*. 2010;341:4.
4. Sharma A, Inder B. Impact of co-located general practitioner (GP) clinics and patient choice on duration of wait in the emergency department. *Emerg Med J*. 2010;28:3.
5. Ida Tylleskar, Skulberg AK, Nilsen T, Skarra S, Jansook P, Dale O. Pharmacokinetics of a new, nasal formulation of naloxone. *Eur J Clin Pharmacol*. 2016(73).
6. NIDA. Opioid Overdose Crisis National Institute on Drug Abuse 2018 [updated March 2018. Available from: <https://www.drugabuse.gov/drugs-abuse/opioids/opioid-overdose-crisis>.
7. Actis. Overdosesituasjonen i Norge Actis Rapport. 2017.
8. FHI. Narkotikautløste dødsfall i Norge i 2016 fhi.no2018 [Available from: <https://www.fhi.no/nettpub/narkotikainorge/konsekvenser-av-narkotikabruk/narkotikautloste-dodsfall-i-norge-i-2016/>.
9. Alstadius S, Rossow I. Tidsbruk ved behandling av overdoser i Oslo. Sykepleien. 2013.
10. Tone Dalen FF, Isabella Frisk, Hanne Karlseng, David Frederic Knutsen og Gia Hoang Nam Nguyen. Observasjonstid etter naloksonbehandling ved opioidoverdose. KLoK. 2018.
11. Buajordet I, Naess A, Jacobsen D, Brørs O. Adverse events after naloxone treatment of episodes of suspected acute opioid overdose. *Eur J Emerg Med*. 2004;11(1).
12. Seidler D, Schmeiser-Rieder A, Schlarp O, Laggner AN. Heroin and opiate emergencies in Vienna: analysis at the municipal ambulance service. *J Clin Epidemiol*. 2000;53(7):734-41.
13. Legemiddelhåndbok N. Nalokson [Web Page]. <http://legemiddelhandboka.no/Generelle/550562019> [updated 19.06.2018. Available from: <http://legemiddelhandboka.no/Generelle/55056>.
14. pharma A. What is Narcan nasal spray? [Available from: <https://www.narcan.com/>.
15. Helsedirektoratet. Overdose – veiviser i lokalt forebyggende arbeid 2017 [Available from: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/psykisk-helse-og-rus/overdose-veiviser-i-lokalt-forebyggende-arbeid-oppfolging-etter-ikke-dodelig-overdose>.
16. Helsedirektoratet. Legemiddelassistert rehabilitering (LAR) Helsenorge: Helsedirektoratet; 2018 [updated 20.12.18; cited 2019 11.01.19]. Available from: <https://helsenorge.no/rus-og-avhengighet/legemiddelassistert-behandling-lar>.
17. Service SA. Ambulance fees 2018 [Available from: <http://www.saambulance.com.au/ProductsServices/Ambulancefees.aspx>.
18. Delgado MK, Staudenmayer KL, Wang NE, Spain DA, Weir S, Owens DK, et al. Cost-Effectiveness of Helicopter Versus Ground Emergency Medical Services for Trauma Scene Transport in the United States. *Ann Emerg Med*. 2013;63.
19. NRK. Norsk Luftambulanse tester droner nrk.no: NRK; 2013 [cited 2019 17.01.19]. Available from:

https://www.nrk.no/video/PS*101571?fbclid=IwAR13tZrplqEm1mddRHyp3aT49t1JunyyOpi bGp7qeNjwT2eSegsS-ruXZbw.

20. Hidalgo J. Air heart: Flirtey launches first drone defibrillator service in U.S. *reno gazette journal*. 2017.
21. Dragolea N. 9 Drones That Will Revolutionise Healthcare Doctor preneurs2018 [Available from: <http://www.doctorpreneurs.com/9-drones-that-will-revolutionise-healthcare/>.
22. Chapman A. Types of Drones: Multi-Rotor vs Fixed-Wing vs Single Rotor vs Hybrid VTOL. *DRONE magazine*. 2016(3).
23. Mirvis PH, Sales AL, Hackett EJ. The Implementation and Adoption of New Technology in Organizations: The Impact on Work, People, and Culture. *Hum Resour Manage*. 2006;30(1).
24. Delaney R, D'Agostino R. The Challenges of Integrating New Technology into an Organization. *Mathematics and Computer Science Capstones*. 2015;25.
25. Trygstad SC, Andersen RK. Arbeidsmiljø i norske sykehus 2014. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2015.
26. PwC. Endringsberedskap i norske virksomheter. 2017.
27. Feist J. How fast can a drone fly? - how to fly, the science of flight: <https://www.dronerush.com/>; 2018 [Available from: <https://www.dronerush.com/how-fast-can-a-drone-fly-science-of-flight-10953/>.
28. Zipline. How Zipline works 2019 [Available from: <http://www.flyzipline.com/service/>.