

An impressionistic painting in shades of blue, grey, and white. The scene depicts a harbor or coastal area. In the background, several ships are visible on the water. In the foreground, there are dark, vertical, brushy strokes that suggest figures or structures. The overall style is painterly and atmospheric.

Nationalt Risikobillede 2022



BEREDSKABS
STYRELSEN

Udgivet af:
Beredskabsstyrelsen
Datavej 16
3460 Birkerød
Telefon: 7285 2000

E-mail: brs@brs.dk
www.brs.dk

ISBN: 978-87-94293-01-3
Tryk: PRinfoParitas A/S

Januar 2022

Nationalt Risikobillede 2022



**BEREDSKABS
STYRELSEN**

INDHOLD

Forord	3
Sammenfatning	4
Formål, målgruppe og anvendelsesmuligheder	10
Afgrænsning	12
Hedebølger og tørke	14
Storme og orkaner	24
Oversvømmelser fra havet	30
Ekstremregn	38
Højvirulente sygdomme	46
Husdyrsygdomme	56
Vand- og fødevarebårne sygdomme	64
Nukleare ulykker	72
Ulykker med kemiske stoffer	82
Maritime ulykker	90
Transportulykker	98
Cyberhændelser	106
Terrorhandlinger	116
Rumhændelser	124
Om rapporten	134
Om Beredskabsstyrelsen	139

FORORD

Kære læser

Du har åbnet den tredje udgave af Nationalt Risikobillede (NRB 2022), hvor Beredskabsstyrelsen i samarbejde med myndigheder og eksperter sammenfatter de risici, som det danske samfund i særlig grad bør forholde sig til. Stor tak til alle som har bidraget til NRB 2022.

I 2020-2022 har COVID-19 på alvorligste vis illustreret, hvorfor beredskab og krisestyring er vigtigt og bør prioriteres. Højvirulente sygdomme – og specifikt varianter af coronavirus – var faktisk nævnt i NRB 2017. Men hverken Beredskabsstyrelsen eller størstedelen af verdens eksperter og beslutningstagere havde forestillet sig, hvor omfattende konsekvenserne af en pandemi ville blive. Jeg er sikker på, at beredskab og krisestyring er rykket højere op på dagsordenen i mange sammenhænge efter det, vi har været igennem.

Vi skal – som samfund, myndigheder og organisationer – drage nytte af de erfaringer, vi har gjort os. Pandemien understreger, sammenholdt med udviklingen i risikobilledet og en stigende kompleksitet i hændelsestyperne, at arbejdet med beredskabsplanlægning og krisestyring bør tildeles den nødvendige opmærksomhed og de tilstrækkelige ressourcer. Det er forudsætningen for, at vi som samfund er rustet, når den næste krise rammer.

De enkelte sektorer, myndigheder og organisationer bør nøje vurdere risikobilledet og tage stilling til, hvordan de erkendte risici kan håndteres. Aktørerne skal forholde sig til deres rolle og opgaver og udarbejde og videreudvikle konkrete værktøjer, planer og aktiviteter, der styrker modstandskraften over for kriser.

Og fordi karakteren af den næste krise måske er helt anderledes end noget, vi tidligere har prøvet, skal der opbygges generiske beredskabsplaner og krisestyringsevner, som kan anvendes ved enhver type krise.

COVID-19-pandemien har også understreget, at kriser ofte rækker udover traditionelle sektorskel. Der er behov for at se udover egen sektor og sikre dialog, samarbejde og beslutningskraft på tværs. Ingen sektor eller myndighed er i stand til at håndtere en omfattende krise alene. Samarbejde, kendskab til hinanden og fleksibilitet er helt afgørende for robustheden af samfundets samlede beredskab.

Samtlige af de hændelsestyper, der er beskrevet i NRB 2022, rummer potentialet til at forårsage kriser, som rækker langt udover, hvad der kan håndteres lokalt eller med almindelige, dagligdags ressourcer. Få af hændelsestyperne kan resultere i ligeså langvarige, komplekse og omskiftelige nationale kriser som COVID-19, men de kan alle udfordre samfundets robusthed.

Det er mit håb, at NRB 2022 vil bidrage til udbredelse af viden om erkendte risici, og at myndigheder og organisationer vil tage udgangspunkt i og forholde sig til publikationen i deres arbejde med beredskabsplanlægning og krisestyring.

Kriser er i deres natur svære at forudsige. Men risikoerkendelse og opmærksomhed på tendenser fører til forudseenhed. Jo bedre vi kender risikolandskabet, desto bedre kan vi forberede os og dermed håndtere kriserne – sammen.

God læselyst!

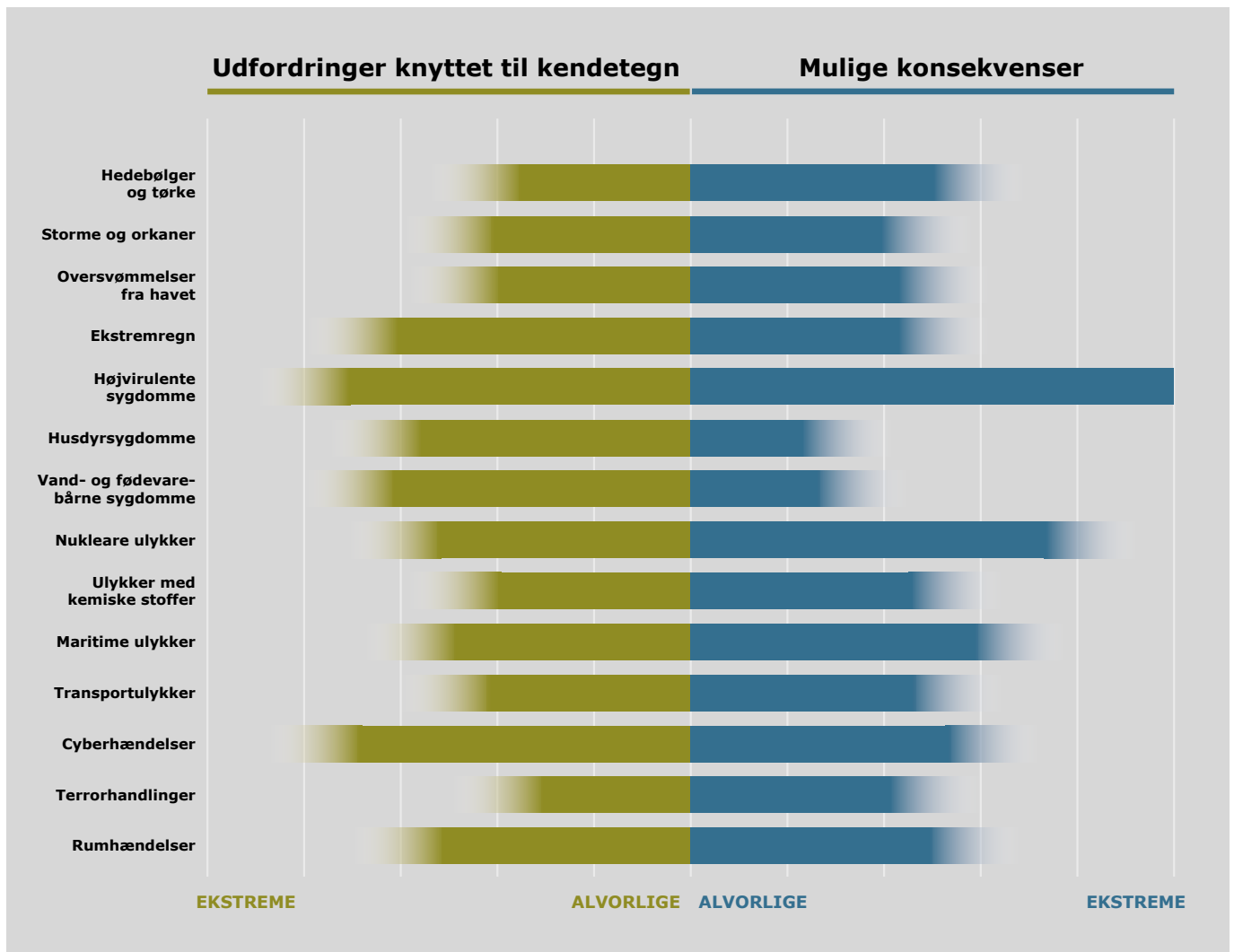
Laila Reenberg, Direktør



SAMMENFATNING

I NRB 2022 opsummerer Beredskabsstyrelsen sit løbende arbejde med at analysere de største samfundsmæssige risici set i dansk perspektiv. NRB har et mellemlangt sigte og skitserer de hændelsestyper, som Beredskabsstyrelsen vurderer, at der bør rettes størst beredskabsmæssig

opmærksomhed mod inden for de næste fem år. Formålet med NRB 2022 er først og fremmest at skabe bevidsthed om erkendte risici. Vurderingen af risici vil altid være kontekstafhængig. NRB skal derfor også give læseren anledning til at reflektere over de omhandlede risici, set fra eget ståsted.



NRB 2022 er udarbejdet i samarbejde med et bredt udvalg af eksperter fra sektoransvarlige myndigheder og andre aktører. Det er dog alene Beredskabsstyrelsen, som er ansvarlig for indholdet i sin helhed.

NRB 2022 er en videreførelse af det arbejde, der blev udført ifm. NRB 2013 og NRB 2017, som omhandlede henholdsvis 10 og 13 hændelsestyper. Vi stiller denne gang skarpt på 14, og vi vurderer – særligt på baggrund af COVID-19 pandemien, accelererende klimaforandringer, skærpede cybertrusler og sikkerhedspolitiske spændinger – at rapporten aldrig har været mere aktuell og relevant end i dag.

Et hurtigt overblik over risikobilledet illustreres i figuren på side 4. Figuren oplister de 14 hændelsestyper i den tematiske rækkefølge, de optræder i rapporten, og er således ikke et udtryk for en rangorden. Figurens formål er alene at sammenligne hændelsestypernes indbyrdes.

Ved denne relative sammenstilling gælder, at figuren dels udtrykker vurderinger af 'realistiske værstefalds-udfald' af en given hændelse, dels vægtede gennemsnitsbetragtninger fra den bagvedliggende analyse. Det er derfor vigtigt at understrege, at figuren angiver intervaller snarere end specifikke værdier, og at metoden hovedsageligt er kvalitativ.

Figurens venstre side angiver graden af udfordringer knyttet til hændelsestypernes kendetegn baseret på fire parametre: varighed, geografisk udbredelse, hyppighed samt forudgående indikatorer og/eller varslingsmuligheder.

Figurens højre side opsummerer hændelsestypernes mulige direkte eller afledte konsekvenser i Danmark baseret på seks parametre: liv, helbred, miljø, økonomi, ejendom og samfundsvigtige funktioner.

Årsagen til at de 14 hændelsestyper ikke opstilles i en prioriteret rækkefølge er, at der kan være et bredt spænd af hændelser inden for hver type, som kan have meget forskellige kendetegn og mulige konsekvenser, hvis eller når de materialiserer sig. Fx dækker hændelsestypen 'maritime ulykker' både over ulykker med passagerskibe og med tankskibe. Ifm. førstnævnte er fokus i konsekvensvurderingen primært på et potentielt stort antal omkomne, hvorimod det for sidstnævnte er miljømæssige konsekvenser, som er i centrum.

Hvert af de 14 kapitler om hændelsestyper struktureres ensartet på følgende vis:

- Tekstbokse med eksempler på alvorlige hændelsesforløb, som har fundet sted i eller påvirket Danmark i nyere tid.
- Afsnit om de pågældende hændelsestyperes karakteristik, forekomst, konsekvenser, tendenser og tidligere oplevede eksempler.
- Figurer, som illustrerer udfordringer knyttet til hændelsestypernes kendetegn samt deres mulige konsekvenser.
- Fiktive 'Hvad nu hvis...' scenarier med realistiske værstefalds-hændelser som opfordring til læsernes videre refleksion.

Sammenlignet med NRB 2017 er der i NRB 2022 tilføjet et nyt kapitel med titlen 'Hedebølger og tørker'. De øvrige 13 kapitler er redigeret og opdateret med ny viden og eksempler, tilføjet nye afsnit om tendenser samt nye 'Hvad nu hvis...' scenarier. Vi har endvidere ændret de grafiske illustrationer, som ledsager kapitlerne. Beskrivelser af metodegrundlag, risikoidentifikation, udvælgelsesproces mv. er flyttet om bagerst i rapporten.

Sammenfattende vil vi fremhæve følgende fra analysen af de 14 hændelsestyper.



Ekstreme vejrhændelser har fået en endnu større rolle i NRB 2022 med det nye kapitel om **hedebølger og tørke**. Tilføjelsen er foretaget på baggrund af erfaringer fra den usæd-

vanligt varme og tørre sommer i 2018 samt indikationer på, at lignende eller værre situationer vil optræde hyppigere i Danmark i takt med klimaforandringerne. Den danske befolkning er mindre vant til – og bygningsmassen ikke så godt dimensioneret til – ekstreme varmegrader. Trods gode varslingsmuligheder er det derfor den potentielle overdødelighed og presset på sundhedssektoren, som giver størst anledning til bekymring ifm. hedebølger. Samtidig kan højere brandrisiko ifm. tørker, og særligt faren for mange samtidige naturbrande, presse redningsberedskabet. Hedebølger og tørker kan bl.a. også resultere i skader på plante- og dyreliv, reduceret høstudbytte og udfordre samfundsvigtige funktioner som vandforsyning, energiforsyning, vej- og jernbanetransport mv.

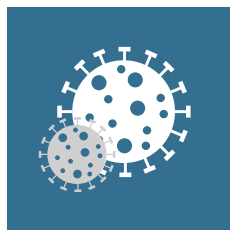


Storme og orkaner, oversvømmelser fra havet og ekstremregn

har fortsat en fremtrædende plads i NRB 2022. Det skyldes primært, at de materielle vind- og vandskader på ejendom og kritisk infrastruktur, afbrydelser af samfundsvigtige funktioner samt omkostninger til genopretning kan være enorme (som fx set ifm. december-orkanen i 1999, skybruddet over Storkøbenhavn i 2011 og stormene Allan og Bodil i 2013). Risikoen for omkomne pga. oversvømmelser er dog heldigvis lavere end i lande med mere kuperet

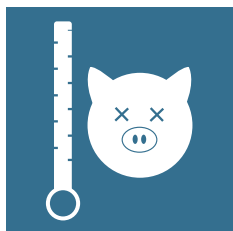


terræn (jf. fx de dødelige oversvømmelser efter voldsomme regnskyl i Tyskland, Holland, Belgien og Luxembourg i juli 2021). Som noget nyt er risikoen for 'koblede vejrhændelser' beskrevet i NRB 2022 – fx når konsekvenserne af en stormflod forværrer af en allerede høj vandstand i vandløb og grundvand pga. forudgående langvarige og/eller hyppige regnhændelser. Der hersker stor usikkerhed mht. klimaforandringerne indvirken på vindstyrke og antal storme og orkaner i fremtidens Danmark, men de forventede temperatur- og vandstandsstigninger vil alt andet lige betyde flere episoder med oversvømmelser fra havet, skybrud, kraftig regn og koblede nedbørshændelser.



I kapitlet om **højvirulente sygdomme** i NRB 2017 fremgik det, at der med jævne mellemrum opstår sygdomme, som kan udvikle sig til pandemier, og udover nye varianter

af influenzavirus var coronavirus nævnt som mulig årsag. Tre år senere blev pandemien med luftvejssygdommen COVID-19, forårsaget af coronavirus, en realitet. Pandemien påvirkede imidlertid Danmark og resten verden med konsekvenser, som var langt værre i omfang og rækkevidde end det, der var angivet i NRB 2017. Vi havde ramt ganske godt i beskrivelserne af hændelsestypens karakteristika og forekomst, men undervurderet konsekvenser for liv, helbred, økonomi, ejendom, opretholdelse af samfundsvigtige funktioner mv. Nedlukning af samfundet og flere øvrige begivenheder, som Danmark har gennemgået i 2020-2022 rakte ud over vores daværende forestillingsevne. Konsekvensafsnittet i NRB 2022 kapitlet er på det grundlag omfattende revideret. Udsigten til COVID-19 pandemiens afslutning er fortsat uvis, og konsekvenserne vil kunne mærkes længe endnu. Det er desuden kun et spørgsmål om tid før den næste pandemi rammer, og ingen kan sige, om den bliver mildere eller værre.



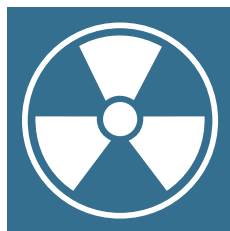
Risikoen forbundet med **husdyrsygdomme** synes også at være øget siden udgivelsen af NRB 2017. Dels har Danmark i 2020-2022 oplevet sine hidtidigt to største sæsoner med

udbrud af fugleinfluenza, dels førte udbrud af COVID-19 på minkfarme til aflivningen af samtlige mink og store menneskelige såvel som økonomiske følgevirkninger. I samme periode indtraf det første udbrud af fiskesygdommen infektiøs hæmatopoietisk nekrose (IHN) nogensinde i Danmark, og afrikansk svinepest er rykket stadig tættere på. Udbrud med afrikansk svinepest i Tyskland, blot få hundrede kilometer fra den danske grænse, fik i 2021 Fødevarestyrelsen til at rette en appel til alle, der kan medvirke til at hindre smitte pga. truslen mod dyrevelfærden og eksporten af svinekød. Blot et enkelt tilfælde på dansk grund vil angiveligt kunne medføre tab i milliardklassen pga. tabte eksportindtægter og udgifter til sygdomsbekæmpelse.



Kapitlet om **vand- og fødevarebårne sygdomme** er lettere revideret ift. NRB 2017, og risikoen fra de mange forskellige sygdomme forekommer samlet set ret konstant. Blandt

de største enkelthændelser de seneste år, kan fx nævnes et udbrud af Clostridium perfringens, som ramte 268 personer i 2019. Udover alvorlige konsekvenser for liv og helbred præges risikoen bl.a. af, at hændelser af denne type pr. definition vil være uvarslede, kan være meget langvarige, samt at det ofte er vanskeligt at opspore smitekilder. Hvor drikkevandsforureninger typisk er meget lokale pga. af den decentrale forsyningsstruktur, vil fødevaresygdomme kunne optræde i klynger blandt forbrugere over alt, hvor det forurenende produkt distribueres og anvendes.



Blandt NRB 2022's fire kapitler om ulykker, er kapitlet om **nukleare ulykker** udvidet med relevant information og opdateret viden ift. NRB 2017. Blandt de 14 hændelsestyper i NRB 2022

scorer nukleare ulykker nu højest på konsekvensparametrene miljø og ejendom og næsthøjest på økonomi (efter højvirulente sygdomme). En ulykke på et europæisk kernekraftværk eller et nukleart drevet fartøj i dansk farvand ville under ugunstige vind- og nedbørsforhold kunne resultere i geografisk omfattende og langvarig radioaktiv forurening af større landområder, bygninger og infrastruktur. Sandsynligheden for at mennesker kan få akutte stråleskader i Danmark vurderes som meget lav, men der hersker større usikkerhed omkring psykologiske konsekvenser og reaktioner i befolkningen.



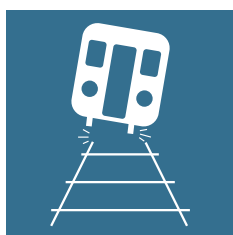
Kapitlet om **ulykker med kemiske stoffer** er ikke tilføjet større ændringer eller nye danske eksempler sammenlignet med NRB 2017. Katastrofale industriulykker og transport-

ulykker med kemiske stoffer er yderst sjældne i Danmark, og dette forventes ikke at ændre sig i lyset af de tendenser, som nævnes i kapitlet. Hændelser såsom fyrværkerieksplodingsulykken i Seest (2014) og transportuheldet med acrylonitril i Næstved (1992) tjener dog fortsat som påmindelser om, hvor omfattende risici for særligt liv, helbred og miljø, denne hændelsestyper indebærer.



Kapitlet om **maritime ulykker** peger bl.a. på risici forbundet med krydstogtsturisme. Før COVID-19 pandemien satte turismen på pause i 2020-2021,

så næsten en fordobling over ti år i antallet af krydstogtskibe, som sejlede gennem danske farvande og anløb danske havne. Samtidig er skibene blevet større for at kunne rumme tusindvis af passagerer og besætningsmedlemmer. Kollision eller brand på et krydstogtskib vil derfor kunne resultere i en langt større maritim katastrofe end tidligere oplevet i Danmark. Tilsvarende kan en vækst i antallet og størrelsen af tankskibe i danske farvande alt andet lige øge risikoen for forureningsulykker af hidtil uset omfang.



"...et intercitytog på vej i vestlig retning bliver ramt af udragende jerndragere fra et modkørende godstog. Den venstre side af intercitytoget bliver herved flået op." Sådan blev 'Hvad nu

hvis' scenariet i kapitlet om **transportulykker** indledt i NRB 2017. Den 2. januar 2019 indtraf på tragisk vis noget lignende på Storebæltsbroen, da et intercitytog blev ramt af en løsrevet sættevognstrailer fra et modkørende godstog. Trailerladet trængte op gennem venstre side af forreste vognafdeling, hvorved otte passager blev dræbt og 18 kvæstet. En beskrivelse af ulykken indleder nu kapitlet i NRB 2022 og tjener bl.a. som en påmindelse om, hvor hurtigt transportulykker kan indtræffe. Fraværet af ligeså store jernbaneulykker i de forudgående 30 år i Danmark – samt fraværet af større flyhavarier eller massedødsulykker på veje, broer og i tunneller – betyder imidlertid, at der ikke er ændret ved hændelsestypens overordnede placering i risikobilledet.



På baggrund af aktuelle trusselsvurderinger er kapitlet om **cyberhændelser** i NRB 2022 væsentligt omskrevet ift. NRB 2017, og i oversigtfiguren placeres denne hændelsestype

nu som én af de værste på konsekvenssiden. De seneste år har der kunnet observeres en accele-

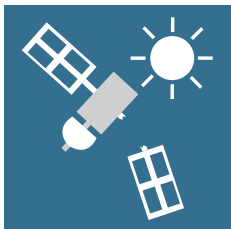
rerende stigning i antallet og alvorligheden af forskellige typer cyberangreb, og truslen mod danske myndigheder og virksomheder fra cyberkriminalitet og cyberspionage vurderes pt. som meget høj. Som en foruroligende tendens er der i udlandet også set flere nyere eksempler på destruktive cyberangreb mod kritisk infrastruktur. Truslen fra sådanne målrettede angreb i Danmark vurderes p.t. som lav, men er alligevel nødvendig at forholde sig til – pga. de mulige afledte konsekvenser, hvor danske myndigheder og virksomheder kan blive ramt tilfældigt, som det fx skete for Mærsk ifm. NotPetya-angrebet, som startede i Ukraine i 2017. Tendenser, der kan påvirke risikoen på mellemlangt sigt, inkluderer bl.a. udrulning af 5G-netværket, øget tilkobling af enheder til internettet, integration af kritiske it-systemer, outsourcing af it-infrastruktur, datacentre og driftsopgaver til underleverandører, anvendelsesmulighederne for kunstig intelligens samt udviklingen inden for kvantecomputere.



Kapitlet om **terrorhandlinger** er tilføjet tekst fra den seneste 'Vurdering af terrortruslen mod Danmark' (VTD) fra Politiets Efterretningstjeneste (PET).

Kapitlet afspejler bl.a., at

truslen fortsat er alvorlig, at den primært stammer fra militante islamister, samt at terrorangreb med lettilgængelige midler (fx knive, slagvåben, ildspåsættelser eller køretøjer), skydevåben eller hjemmelavede bomber fortsat er de mest sandsynlige angrebsformer i Danmark. Eftersom NRB udgives med længere intervaller (ca. hvert 4. - 5. år) end VTD, henvises læsere altid til den gældende VTD på PET's hjemmeside for de mest aktuelle trusselsvurderinger. Kapitlet er udvidet med Beredskabsstyrelsens vurderinger af forskellige potentielle konsekvenser, herunder bl.a. afledte indsattyper, som kan lægge stort pres på politi, sundhedsberedskab og redningsberedskab, samt følgevirkninger for samfundet i bredere forstand.



Rapportens sidste kapitel har skiftet titel fra 'Rumvejr' til '**Rumhændelser**'. Kapitlet inkluderer således nu både hændelser forårsaget af soludbrud (rumvejr) og utilsigtede kollisioner

mellem det hastigt voksende antal menneskeskabte rumobjekter som satellitter, rumsonder, rumfartøjer og 'rumaffald' (bl.a. udtjente satel-

litter, brudstykker af satellitter og fragmenter fra løfteraketter). Begge slags hændelser kan sætte satellitter helt eller delvis ud af drift og i værste fald udgøre en generel risiko for moderne menneskelig aktivitet på Jorden, herunder i Danmark, pga. vores afhængighed af satellitbaseret infrastruktur til navigation, tidsangivelse, kommunikation, finansielle transaktioner og en uendelig lang række andre digitale processer.



FORMÅL, MÅLGRUPPE OG ANVENDELSESMULIGHEDER

Formålet med NRB 2022 er først og fremmest at skabe bevidsthed om erkendte risici. Vurderingen af risici vil altid være kontekstafhængig. NRB skal derfor også give læseren anledning til at reflektere over de omhandlede risici, set fra eget ståsted.

NRB 2022 har flere målgrupper, særligt topledere og beredskabsplanlæggere i centrale, regionale og kommunale myndigheder samt i offentlige og private virksomheder med ansvar for samfundsvigtige funktioner. Andre målgrupper er det nationale krisestyringssystemts tværgående fora, beredskabsaktører i frivilligsektoren, undervisere og studerene på uddannelser med beredskabsfagligt indhold og befolkningen generelt.

Beredskabsstyrelsen anbefaler myndigheder og andre organisationer at anvende NRB som et afsæt for arbejde med beredskab, sikkerhed og krisestyringskapacitet, uanset at konkrete krisers karakter, varighed, omfang og konsekvenser sjældent kendes på forhånd. Konkret kan NRB eksempelvis anvendes som inspiration til:

- Udarbejdelse eller opdatering af et eget risikobillede. Organisationens risikobillede bør indeholde et udvalg af risici, som vurderes mest relevante for eget ansvarsområde, og behøver ikke at ligne NRB 2022 i form, metode eller omfang. Alternative titler kan fx være risikoprofil, risikokatalog, scenariebanc, risikoanalyse, risikovurdering eller risiko- og sårbarhedsanalyse. Et eget risikobillede kan være en vigtig del af organisationens planlægningsgrundlag som led i helhedsorienteret beredskabsplanlægning. Øget fælles forståelse af hvilke risici, der kan true organisationen, giver et stærkere fundament til at vurdere behov for forebyggende og afhjælpende tiltag.
- Udarbejdelse eller opdatering af beredskabsplaner som understøttende element for organisationens krisestyring. Når en organisation har et risikobillede, tegner der sig også et billede af, hvad organisationen skal tage højde for i sin generelle beredskabsplan og eventuelt beskrive i tilknyttede delplaner, indsatsplaner og instrukser. Hvis man ser på tværs af risici, tegner der sig et tydeligere billede af, hvad der skal planlægges for og beskrives i plansættet.
- Formulering af strategiske målsætninger eller opmærksomhedspunkter for bestemte hændelsestyper til brug i interne eller tværgående krisestabe, som så ligger klar, hvis/når krisen rammer. Dette kan være et nyttigt redskab i den tidskritiske indledende fase af en krise, som dog naturligvis skal kunne justeres afhængigt af det konkrete hændelses- og indsatsforløb.
- Arbejde med kontinuitetsplanlægning og robustliggørelse af egen organisation inden for forretningsområder, der kan være udsatte ved kriser, såsom it eller logistik og forsyningskæder.
- Planlægning af øvelser, fx ved hjælp af de historiske eksempler og fiktive 'Hvad nu hvis' scenarier skitseret for hver hændelsestype i NRB. Scenarierne kan ved behov nedskales ud fra lokale forudsætninger til mindre alvorlige hændelser, som dog stadig kan være katastrofale for lokalsamfund eller enkeltorganisationer.

- Uddannelses- og træningsaktiviteter med henblik på opbygning af krisestyringskompetencer, udveksling af beredskabsfaglig viden og erfaringer mv.
- Tilrettelæggelse af undervisningsforløb.

NRB bør endvidere ses i sammenhæng med tematiske nationale risiko- og trusselsvurderinger udgivet af andre myndigheder. Det gælder fx rapporter som:

- 'Vurdering af terrortruslen mod Danmark' (VTD) fra Center for Terroranalyse (CTA) i Politiets Efterretningstjeneste (PET).

- 'Vurdering af spionagetruslen mod Danmark' fra PET.
- 'Efterretningsmæssig Risikovurdering' fra Forsvarets Efterretningstjeneste (FE).
- 'Cybertruslen mod Danmark' fra Center for Cybersikkerhed (CFCS) i FE.
- 'Det Biologiske Trusselsbillede – risici og forebyggelse' fra Center for Biosikring og Bioberedskab (CBB) i Statens Serum Institut.

AFGRÆNSNING

De 14 hændelsestyper i NRB 2022 er langt fra en udtømmende liste over risici for Danmark. Da der er tale om et nationalt risikobillede, er udvælgelsen foretaget ud fra følgende kriterier.

Hver type skal kunne udmønte sig i hændelser, forstået som afgrænsede forløb (i tid og rum), som indebærer alvorlige og umiddelbare negative konsekvenser inden for Danmarks grænser og medfører et akut behov for koordination og krisehåndtering på et niveau, der ikke blot er lokalt.

Hændelsestyper, som kan håndteres inden for beredskabets daglige rammer, som forekommer relativt hyppigt, eller som kun har betydning for afgrænsede dele af det danske samfund, er således ikke inkluderet. Sådanne hændelsestyper kan imidlertid være relevante at medtage i regionale, lokale eller organisatoriske risikobilleder. Som eksempel kan nævnes komplekse, men enkeltstående bygningsbrande, som er et fast element i de kommunale redningsberedskabers risikobaserede dimensionering.

Hændelsestyper, som er usandsynlige i eller nær Danmark (fx større jordskælv), er ligeledes ikke inkluderet, uanset at sådanne hændelser vil kunne have konsekvenser for danskere og danske interesser i udlandet. Udenrigs- og sikkerhedspolitiske kriser, fx evakuering af personer til Danmark efter krigshandlinger i udlandet, behandles heller ikke i NRB.

Det samme gælder såkaldte 'megatrends' og 'risikodrivere' af en mere global karakter og/eller med meget lang tidshorisont (fx klimaforandringer, tab af biodiversitet, knaphed på naturressourcer, befolkningsvækst, urbanisering, irregulær migration, teknologisk udvikling). Sådanne fænomener kan påvirke forekomsten af

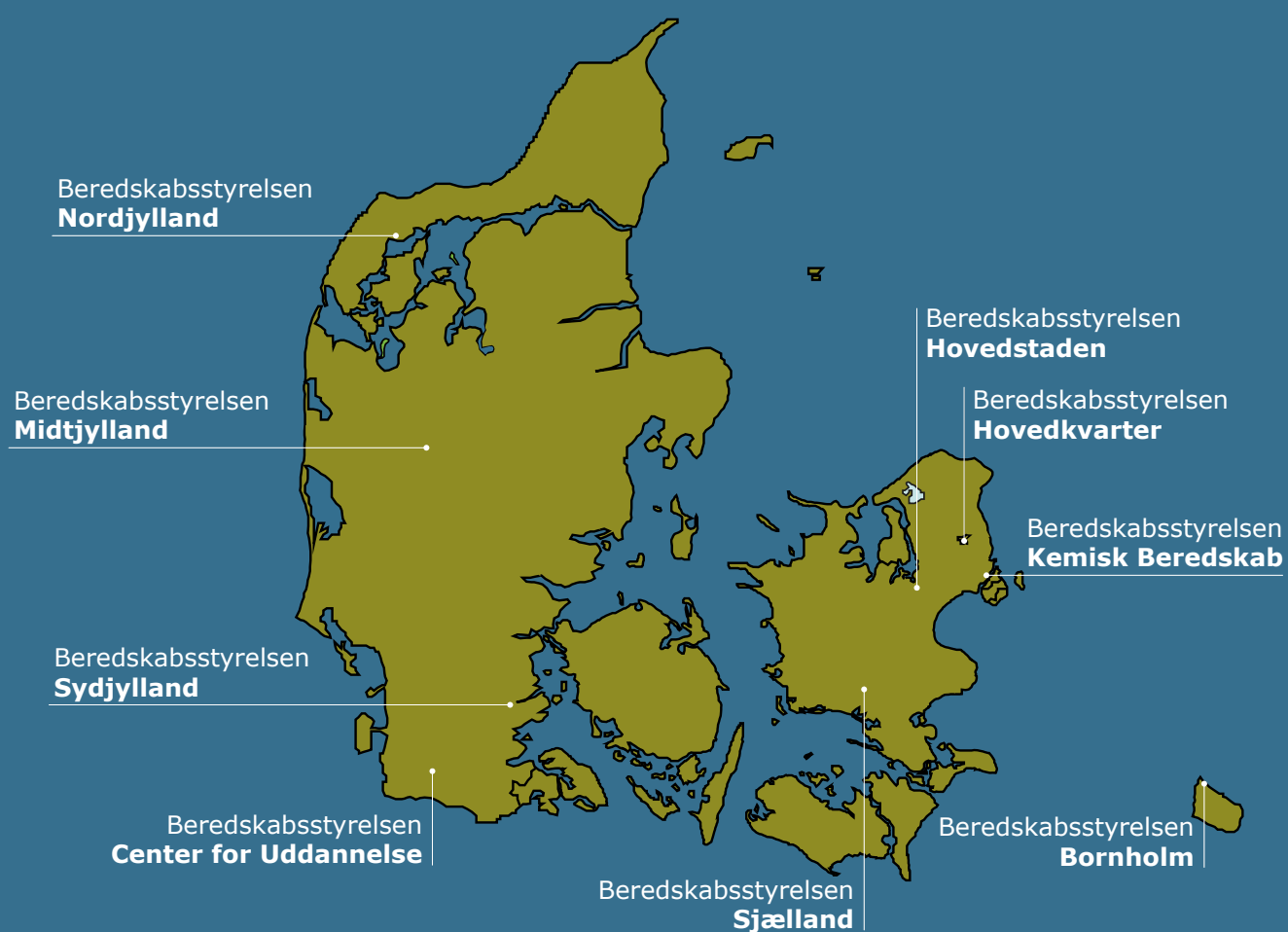
hændelser i Danmark, også inden for NRB 2022's femårige perspektiv, og kan meget vel vise sig at forårsage morgendagens mest udfordrende kriser, men de udgør ikke i sig selv hændelsestyper.

Endelig medtages potentielt eksistentielle risici for menneskeheden ikke (fx udslettelse pga. atomkrig, massivt asteroidenedslag eller udbrud af en supervulkan).

I udvælgelsen de 14 hændelsestyper er der lagt vægt på, at der findes tilstrækkelig viden om hændelsestyperne til, at den bagvedliggende analyse af kendetegn, forekomst, mulige konsekvenser og tendenser kan betegnes som troværdig. Sandsynligheden for specifikke hændelser varierer imidlertid så meget, at der ikke gives konkrete bud herpå i NRB 2022. Udvalget er naturligvis heller ikke nogen garanti for, at der ikke vil optræde uforudsete større hændelser af andre typer, inden for rapportens femårige tidshorisont.

Det skal slutteligt understreges, at fokus i rapporten helt primært er på risici. NRB 2022 er ikke en national kapacitetsanalyse, og formålet er ikke at skabe overblik over det danske samfunds samlede ressourcer eller evne til at imødegå og håndtere de 14 hændelsestyper. Der afdækkes dermed heller ikke specifikke eksempler på robusthed eller sårbarheder i NRB 2022, og der identificeres ikke konkrete behov for forebyggende og afhjælpende initiativer. Ansvar herfor følger sektoransvarsprincippet og påhviler bl.a. i henhold til beredskabslovens §§ 24 og 25 de enkelte ministre, kommunalbestyrelser og regionsråd. Vi opfordrer derfor til, at rapportens læses med inddragelse af egne betragtninger omkring den modstandskraft over for hændelsestyperne, der findes i Danmark – særligt blandt læsere på strategisk beslutningstagerniveau.

Øvrige informationer om beredskabsplanlægning og krisestyring kan findes på brs.dk. Interesserede læsere er også velkomne til at henvende sig på brs@brs.dk, såfremt yderligere oplysninger søges.



HEDEBØLGER OG TØRKE

Sommeren 2018



Fra maj til august 2018 oplevede Danmark omfattende lokale, regionale og landsdækkende hede­bølger samt den længste tørkeperiode, der nogensinde er målt af Danmarks Meteorologiske Institut (DMI). På hospitalerne var der rekordmange indlæggelser pga. dehydrering og hedeslag, og varmen estimeres at have medvirket til, at der døde 250 personer mere end normalen. Der opstod over 2.000 naturbrande, hvilket gav ekstraordinær travlhed for redningsberedskabet. I landbruget blev kornhøsten historisk lav, og der opstod også udfordringer i vandforsynings-, energi- og transportsektorerne. Det medførte betydelige økonomiske tab og ressourcepres på myndigheder. Miljømæssige konsekvenser for plante- og dyreliv, fx omfattende fiskedød, blev også konstateret.



Karakteristik

Hedebølger og tørker opstår i et samspil mellem forskellige meteorologiske forhold. Fastlåste strømningsmønstre med stilleliggende højtryk og lavtryk, svag vind, stor solindstråling, ringe nedbør og stor fordampning er vigtige elementer.

I meteorologisk henseende og som varslingskriterium definerer DMI en hedebølge i Danmark som en periode, hvor gennemsnittet af de højeste registrerede temperaturer, målt over tre sammenhængende dage, overstiger 28 °C. Samme definition gælder for betegnelsen varmebølge, bare med temperaturgrænsen 25 °C.

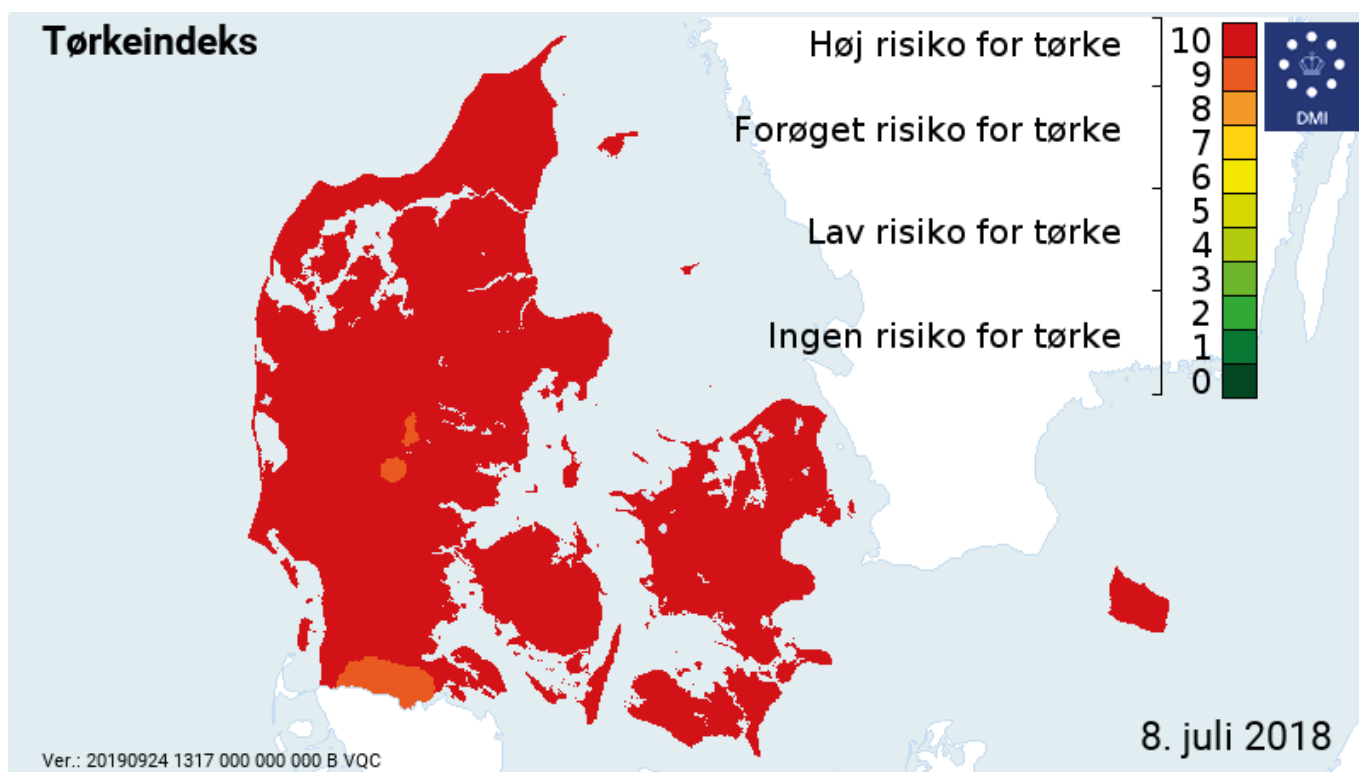
Hedebølger varer således mindst tre dage og afbrydes ikke, hvis temperaturen ikke når over de 28 °C, når blot gennemsnittet over tre dage er højere. Dagtemperaturen kan endvidere komme langt over 28 °C. Varmerekorden 36,4 °C blev målt den 10. august 1975, som med temperaturer mellem 30 og 36 °C i næsten hele landet samtidig var den varmeste sommerdag nogensin-

de målt af DMI. De høje dagtemperaturer ledsages desuden ofte af såkaldte tropenætter, hvor temperaturen på intet tidspunkt kommer under 20 °C.

Hedebølger kan være landsdækkende eller regionale (dvs. forekomme i en af de otte regioner, som DMI inddeler Danmark i) når 50 pct. af landets eller regionens areal opfylder betingelsen. Der er oftest gode varslingsmuligheder. DMI udsender typisk først en femdøgnsudsigt for farligt vejr, der senere erstattes af et varsel.

DMI har ingen officiel definition på tørke, men har på sin hjemmeside betegnet fænomenet som *"langvarig og unormal vandmangel grundet svigtende nedbør"*. DMI har endvidere siden 2005 ajourført et nationalt tørkeindeks med en skala fra 0-10, og bruger værdier over 9 som grundlag for nyhedsartikler om tørke.

Tørkeindekset bygger på en vandbalancemodel, der dagligt estimerer mængden af vand i de jordvandmagasiner, som planterne har til rådighed



i hele Danmarks landområde. I beregningerne indgår tre parametre: tilgang af vand (nedbør), fordampning fra jord og planter samt nedsivning til underliggende jordlag.

Udover 'meteorologisk tørke' ses der i nogle sammenhænge (fx landbrug og drikkevandsforsyning) anvendt andre beskrivelser af tørke, fx 'agrikulturel tørke' (når der i en lang periode er for lidt fugtighed til, at almindelige afgrøder i et område kan udvikle sig normalt) og 'hydrologisk tørke' (når vandreserverne i grundvand, søer og vandløb i en lang periode falder under det statistiske gennemsnit).

Forekomst

Hedebølger er relativt sjældne i Danmark sammenlignet med sydligere dele af Europa, og der går ofte flere år mellem de landsdækkende hedebølger. De seneste 16 år er der fx indtruffet landsdækkende hedebølger i 2006, 2008, 2014, 2018, 2019 og 2020.

Hedebølgerne optræder oftest i sensommeren, når der ligger et stabilt højtryk øst for Danmark, og der strømmer varm luft op fra kontinentet. De fleste hedebølger er kortvarige (typisk 3-4 dage), men de kan optræde hurtigt efter hinanden i løbet af en lang, varm sommer. Den længste sammenhængende landsdækkende hedebølge målt af DMI varede 8 dage fra den 4. til den 11. august 1975. Den længste sammenhængende lokale/regionale hedebølge varede 13 dage i København fra den 21. juli til den 2. august 1994.

Tørker er ligeledes relativt sjældne i Danmark, men de kan i modsætning til hedebølgerne vare i månedsvis. Den længste sammenhængende landsdækkende tørke i dansk vejrhistorie varede fra medio maj til medio august 2018 og slog en rekord fra sommeren 1992.

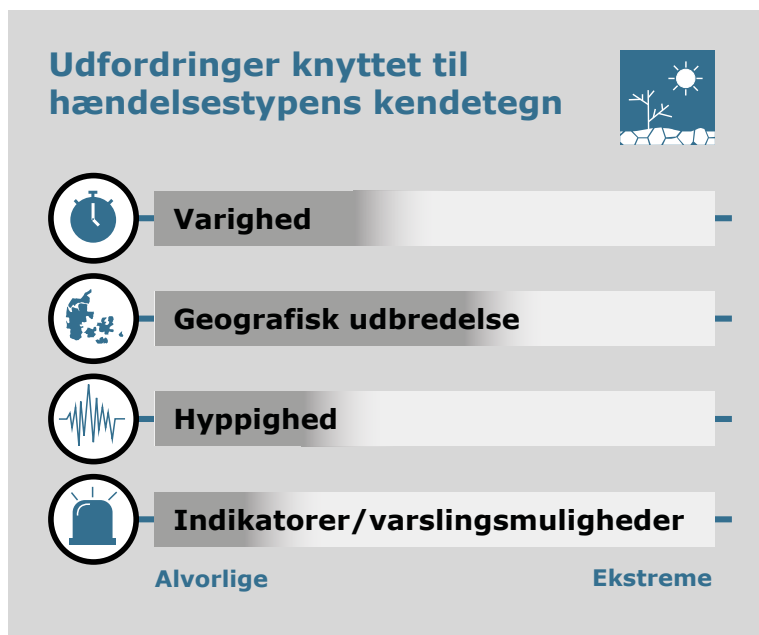
Selvom årsagen til hedebølger og tørker er almindelige meteorologiske forhold, indikerer nyere

klimaforskning, at global opvarmning allerede i dag har øget forekomsten af hedebølger over de fleste af klodens landarealer, inklusive Danmark. Der er større usikkerhed angående tørker, og i Europa er det kun Middelhavsområdet, der med sikkerhed kan fremhæves med en øget forekomst.

For Danmarks vedkommende kan DMI's klimatologer heller ikke konkludere noget entydigt på baggrund af den – i klimasammenhæng – korte periode siden 2005, som det nationale tørkeindeks har eksisteret. Der var i årene 2018-2020 et ekstraordinært stort antal dage med en tørkeindeksværdi på 9 eller mere, men dette er alt for spinkelt et datagrundlag til at dokumentere en øget forekomst af tørker. Tallene for 2005-2020 svinger desuden meget fra år til år.

Beregnet antal dage med tørkeindeks ≥ 9			
2005	0	2013	13
2006	16	2014	0
2007	0	2015	0
2008	29	2016	0
2009	2	2017	0
2010	0	2018	58
2011	0	2019	34
2012	0	2020	49

Et andet forhold af betydning for forekomsten er, at hedebølger og tørker kan påvirke hinandens sandsynlighed, frekvens, varighed og intensitet. Hvis der under en hedebølge samtidig er tørke, stiger temperaturen yderligere, da der bruges mindre energi til fordampning fra jordoverfladen. Tilsvarende kan høje lufttemperaturer under en hedebølge øge fordampningen, hvilket – afhængigt af nedbørsmængden – forstærker forudsætningerne for tørke.



onsanlæg eller solafskærmning. Risikoen kan desuden være større i tæt bebyggede områder med mange høje boliger, fortove og asfalterede overflader, hvor temperaturen kan være flere grader højere end i det omgivende land. Det skyldes, at bl.a. sort asfalt, grå beton og sorte tage absorberer solens lys og varme, og holder på varmen. Denne såkaldte 'urban heat island'-effekt påvirkes yderligere af varmeudledning og luftforurening fra trafik, industri mv. Høj temperatur, sollys og stillestående luft kan endvidere forværre luftforurening og dermed overdødelighed blandt personer med luftvejssygdomme.

Tørke medfører generelt en højere brandrisiko, og særligt faren for naturbrande stiger. Det kan dreje sig om alle typer brand i vegetation.

Årsagen er primært, at mængden af brandbart materiale i skovbund og fri natur forøges under tørker, særligt hvis vejret både er varmt, tørt og blæsende, da blæst hjælper til med at udtørre vegetation og medvirker til hastigere brandspredning. Menneskelig aktivitet og adfærd spiller imidlertid også ind. I solrigt og tørt vejr kan der fx forventes stigende besøgstal i naturen, herunder overnatninger med brug af kogegej, samt flere, der griller og anvender ukrudtsbrændere under havearbejde. I høstperioden ses typisk også en stigning i markbrande, fx antændt af friktionsvarme fra mejetærskere eller halmballepressere.

De fleste naturbrande i Danmark er relativt små, men hvis antallet er tilstrækkeligt stort under en tørke, kan arbejdsbyrden belaste redningsberedskabet betydeligt. Samtidig øges risikoen for større brande. Det kan fx dreje sig om klitbrande nær sommerhusområder, fuldbrande i skove eller topbrande, hvor ilden bevæger sig hurtigt fra trætop til trætop. En anden særlig alvorlig type er underjordiske brande i heder og tørvemoser, som kan vare i uger eller måneder. Sådanne naturbrande er i sagens natur mere ressourcekrævende at slukke og kan resultere i store økonomiske og miljømæssige tab afhængigt af, om et ramt område er udlagt til landbrug, skovbrug eller

Konsekvenser

Hedebølger kan resultere i flere sygdomstilfælde og dødsfald end normalt om sommeren pga. dehydrering, hedeslag og varmekollaps. Symptomerne kan komme langsomt, og for nogle er det svært at opdage i tide, at man er ved at nå en kritisk overophedning. Risikogrupper inkluderer ældre, små børn, svært overvægtige samt personer med visse kroniske sygdomme, psykiske handicaps eller personer som bruger medicin, som ikke tåler høj temperatur. Personer, der indtager alkohol, dyrker hård motion eller udfører hårdt fysisk arbejde i ekstreme varmegrader, er også udsatte.

En særlig udsat gruppe er demente ældre, som har brug for, at pårørende eller plejepersonale påminder om og hjælper med indtag af væske og salt. Hedebølger kan dermed samtidig øge arbejdsbyrden for ansatte i hjemmepleje, plejeboliger, plejehjem, sygehuse mv. Det kræver uddannelse i at forebygge og behandle varmerelateret sygdom samt øget opmærksomhed på korrekt opbevaring af medicin.

Risikoen for liv og helbred er størst ved ophold udendørs samt i bygninger, lokaler eller transportmidler uden aircondition, effektive ventilati-

herlighedsværdi. Risikoen for tab af menneskeliv er dog langt mindre i Danmark end i dele af Sydeuropa, hvor bebyggelse tæt på vild natur og i svært fremkommelige områder vanskeliggør evakuering og livreddende indsats.

For landbruget kan tørke i sommerens vækstsæson markant reducere høstudbyttet og koste milliardbeløb i tabte indtægter, hvormed mange landmænd kan blive konkurstruede. Hvis der samtidig er hedebløge, kan landbruget blive ekstra belastet, hvis myndighedernes sikring af dyrevelfærden medfører import- og eksportrestriktioner af levende dyr. I fødevareproduktionen kan der også opstå problemer mht. slagtning af dyr og kølekapacitet.

Vandforsyningen kan blive væsentligt udfordret under hedebløge og tørker, hvor efterspørgslen på vand generelt stiger. Vandværkerne kan se sig nødsaget til at sænke trykket på ledningsnettet, og kommuner kan udstede delvise eller generelle vandingsforbud.

På vejnettet kan hedebløge medvirke til trafikuheld og give problemer med tung transport, når varmepåvirkning af bindemidlet bitumen i asfalt gør belægningen for blød. Vejdirektoratet kan indføre spærretid for tunge særtransporter på visse vejstrækninger eller i hele landet i sommerhalvåret fra 1. maj til 1. oktober.

På jernbanerne kan høj temperatur føre til længdeudvidelse af skinnenettet, hvorved hastigheden og antallet af togsæt må reduceres. Køreplaner kan derfor blive udfordret og transportkapaciteten nedsat. Jernbanetrafikken kan desuden risikere driftstop, fordi køreledninger ved høj temperatur kan give nedsat effekt.

I elsektoren kan et stort antal komponenter blive påvirket af høje temperaturer, hvilket fx forårsager øget slid på ledninger og kabler og kan medføre lavere transmissionskapacitet, overbelastninger og strømafbrydelser. Det kan påvirke mange områder i samfundet med høj afhæn-

ghed af elektricitet og kritiske installationer med særlige behov for køling. Køle-/frysebehov overalt i samfundet kan potentielt også komme under pres.

Endelig kan hedebløge og tørke få negative konsekvenser for plante og dyreliv, fx øget trædødelighed samt fiskedød pga. høj vandtemperatur, reduceret omrøring og tilsvarende lav iltspænding i søer og vandløb. Påvirkningen af naturen kan i nogle tilfælde tage år at genoprette.

Hændelsestypens konsekvenser



Tendenser

Det danske sommervejr vil fortsat svinge meget fra år til år, men der er bred enighed blandt klimaforskere om, at der generelt kan forventes varmere somre i takt med den globale opvarmning. Det betyder også risiko for flere, varmere og længerevarende hedebløge i Danmark.

Tendensen blev yderligere bekræftet, da DMI's Klimaatlas i 2020 og 2021 blev opdateret med flere detaljer om bl.a. temperaturekstremer samt mere specialiseret viden om vindforhold, solindstråling og fordampning. De nye 2021-tal indikerer, at Danmark, hvis udledningen af drivhusgasser fortsætter som hidtil, ved slutningen af dette århundrede kan forvente at:

"Antallet af hedebølgedage stiger fra 2 til 9 dage per år. Varmebølger kan blive meget almindelige om sommeren. Vi kan forvente ca. 30 dage med varmebølge fremover sammenlignet med kun 9 i dag."

I takt med opvarmningen vil der om sommeren også komme flere tørre dage uden nedbør, hvorved den danske sommer efterhånden kommer til at minde mere om det, vi kender fra det sydlige Europa med længere tørkeperioder og hyppigere korte, men kraftigere regnskyl. Ved en opdatering af DMI's Klimaatlas i juni 2020 med ny viden om fremtidens nedbør, var det således især sommersæsonen, som sprang i øjnene. DMI's bedste bud for slutningen af århundredet – og baseret på, at udledningen af drivhusgasser fortsætter som hidtil – er, at regnmængden forbliver stort set uændret om sommeren, at vi får 7 pct. flere tørre dage (mindre end 1 mm nedbør pr. døgn), og at den længste sammenhængende tørreperiode øges med 10 pct. (ca. 1,5 døgn ekstra).

Ved opdateringerne af klimaatlasset i 2020 og 2021 fremhævede DMI ligeledes, at vækstsæsonen, hvor jorden kan dyrkes i Danmark ved slutningen af århundredet kan blive næsten 3 måneder længere end i dag. Omvendt vil det byde på flere tørre perioder og regn, der i højere grad falder som kraftige byger. Der forventes desuden en forøgelse på ca. 5 pct. i den potentielle fordampning fra overfladen i takt med temperaturstigningerne, hvilket kan øge risikoen for tørker.

Hyppigere, længerevarende og varmere hedebølger og tørker kan alt andet lige forværre alle de ovennævnte mulige konsekvenser. Fra et sundhedsmæssigt perspektiv kan klimaforandringerne

fx give anledning til bekymring, særligt når de ses i sammenhæng med demografiske tendenser som aldrende befolkning (idet ældre er specielt udsatte for livstruende varmegrader) og urbanisering (idet hedebølger ofte er mere intense i byer, jf. ovennævnte 'urban heat island'-effekt). Selvom vi i Danmark historisk kun har set et relativt begrænset antal varmerelaterede dødsfald, er det i denne sammenhæng værd at bemærke, at hedebølger på verdensplan og i Europa kræver ligeså mange liv som storme, oversvømmelser og andre naturkatastrofer. Blandt de værste eksempler kan nævnes 2003-hedebølgen i Sydeuropa, som estimeres at have kostet mere end 40.000 mennesker livet.

Mht. risikoen for naturbrande under tørker skal klimaforandringerne ses i kombination med tendenser i naturplejepolitikken. For det første er Danmark gennem de seneste 50 år gradvist blevet grønnere, med et større samlet skovareal og skovgrænser, som rykker tættere på kysten. Den tendens øger generelt mængden af brandbart materiale i skovbund og fri natur i tørre perioder. For det andet blev det med Aftalen om Naturpakken i 2016 besluttet, at omkring 20 pct. af statsskovene skal være 'urørt', og tendenserne peger på, at tallet vil komme højere op – både af hensyn til biodiversitet og muligheder for rekreative naturoplevelser. En større andel af døde træer gavner biodiversiteten, men forøger også brandrisikoen.

Endelig ses der i skovforvaltningen en tendens til mindre vedligeholdelse af veje, grøfter og brandbælter for at fremme biodiversitet, hvilket kan øge brandrisikoen og mindske fremkommeligheden for brandslukningskøretøjer. Tilsammen kan disse tendenser føre til, at Danmark i nogle somre vil opleve en stigning i naturbrande ligesom i 2018.

Oplysninger om brandfare i naturen kan findes på brandfare.dk, som drives af Beredskabsstyrelsen, Danske Beredskaber og KL. [Brandfare.dk](http://brandfare.dk) indeholder bl.a. et brandfareindeks udarbejdet med DMI, et kort med aktuelle afbrændingsforbud samt råd



til at undgå brande i naturen. Brandfare.dk kan også bidrage til at understøtte beslutninger om fx kontrolleret afbrænding som naturpleje, der må planlægges anderledes i ekstremt varme og tørre somre.

Eksempler

Sommeren 2018 var – på en delt førsteplads med sommeren 1997 – den varmeste sommer i Danmark, siden landsdækkende temperaturmålinger startede i 1874. Der var omfattende lokale, regionale og landsdækkende varme- og hede­bølger, herunder bl.a. en særlig intensiv hede­bølge i København fra den 25. juli til den 4. august med dagtemperaturer omkring 32 °C. Med mindre end en sjettedel af den normale nedbør var det samtidig den tørreste sommer siden 2013, og fra midten af maj til starten af august indtraf den længste sammenhængende tørke i dansk vejrhistorie.

De sundhedsmæssige konsekvenser kan ikke opgøres samlet, men ifølge en analyse fra Statens Serum Institut medvirkede varmen i primært uge 30-31 til, at der døde 250, fortrinsvis ældre, personer mere end forventet hen over sommeren. Overalt på sundheds-, omsorgs- og socialområ­det øgedes arbejdsbyrden med at forebygge og behandle væskemangel og hedeslag hos risiko­grupper, og hospitalerne meldte om rekordmange indlæggelser. På Aarhus Universitetshospitals nye sengeafsnit gav temperatur omkring 30 °C ubehag blandt patienter og ansatte, da der under byggeriet var valgt energibesparende ventilati­onsanlæg frem for aircondition.

Der var 2.091 1-1-2-meldinger om naturbrande fordelt i hele landet i maj-juli. Det var tre gange så mange som gennemsnittet de foregående fem år og seks gange så mange i juli måned. Det vurderes, at 95 pct. af disse meldinger var reelle alarmer, og antallet af naturbrande estimeres dermed til ca. 1.990 i maj til juli. Tørken udløste derfor også en bølge af afbrændingsforbud, og fra den 4. juli til den 13. august var disse udstedt i alle landets kommuner.

Enkelte af brandene skilte sig ud i størrelse og varighed. Det drejede sig bl.a. om brande på Randbøl Hede og i Lundgård Plantage nær Billund i juli 2018, som begge krævede omkring 100 brandfolk indsat. På Randbøl Hede brændte ca. syv km² af i løbet af én dag. I Lundgård Plantage blev det brændte skovareal begrænset til ca. 1 km², men det krævede en indsats over fire dage i svært tilgængeligt terræn og 32 graders varme at hindre, at ilden kom op i trætoppene og udviklede sig langt værre.

Et tredje eksempel var en mark- og mosebrand ved Dokkedal i Nordjylland, som varede i fem døgn. Ilden bredte sig hurtigt, først som markbrand og derefter ned i spagnum- og moselag, og truede med at sprede sig til Lille Vildmose og Tofte Skov (en af landets største sammenhængende naturskove). Der blev anvendt termiske kameraer på droner, terrængående crash-tendere fra Flyvestation Aalborg og specialfremstillede hule jernspyd til at pumpe vand ned i underjordiske brandlommer. Slukningsarbejdet krævede ca. 75 brandfolk, og den lokale beredskabsstab ved Nordjyllands Politi var nedsat.

De fleste øvrige naturbrande var relativt små, men antallet og den geografiske og tidsmæssige udbredelse gav kapacitetsudfordringer i redningsberedskabet, som i perioder var i aktion over 20 gange dagligt. Den øgede belastning på personel og skader på materiel medførte også ekstraordinære udgifter og midlertidig nedprioritering af andre opgaver, bl.a. undervisning og lovpligtige eftersyn. Oven i de nationale opgaver kom desuden en international assistance til bekæmpelse af skovbrande i Sverige, med 215 indsatte personer, ledet af Beredskabsstyrelsen og med deltagelse fra flere kommunale redningsberedskaber.

Kystlivredderne fik også travlt pga., at ekstraordinært mange mennesker søgte til strandene i varmen. TrygFondens kystlivreddere gennemførte 88.355 indsatser i 2018 mod godt 50.000 i livreddersæsonen i 2017. De fleste var af oplysende karakter, men 52 aktioner var livreddende.

I landbruget mindskedes årets udbytte markant, eftersom tørken var værst i vækstperioden fra maj til juli, og i en periode blev der erklæret ca. 15 konkurser om ugen. Kornhøsten faldt til omkring 6,5 millioner ton, hvilket var 25 pct. mindre end gennemsnittet for de foregående 5 år. Det var den ringeste høst siden i hvert fald 1983. Sidst Danmark var ramt af en lignende tørke var i 1992, hvor landbrugets arealudbytte faldt med 23 pct.

I vandforsyningen oplevedes der flere steder problemer med at følge med et ekstraordinært højt forbrug. Flere vandværker måtte hente vand hos naboværker, opfordre forbrugere til at undlade at vande haver og/eller udstede delvise eller generelle vandingsforbud. Hovedstadsområdet For- syningsselskab (HOFOR) udsendte fx i juli 2018 forbud mod at vande offentlige arealer i dets otte ejerkommuner, da der blev brugt 15-20 pct. mere vand end normalt.

Mange markvandingsboringer i landbruget kørte samtidig i døgndrift og overskred angiveligt gældende tilladelser, mens kommuner blev presset af ansøgninger om korttidstilladelser til yderligere udnyttelse af boringer samt til at hente vand fra åbne vandløb mv. Danmarks Naturfredningsfor- ening beskrev sidenhen 2018 som 'et skrækek- sempel' ift. håndtering af vand til landbruget fra grundvandsforsyning og vandløb, da opsamlet næring sidenhen skyllede ud som kraftige pul- ser i ferske vande, da tørken blev efterfulgt af voldsomme regnskyl. Dette fænomen bidrog fx til delvist kollaps af den naturgenoprettede Filsø (Jyllands næststørste sø), hvor fisk med en sam- let vægt på omkring 80 tons døde som følge af massivt iltsvind.

Energiforsyningssikkerheden var ikke udfordret, men varmen medførte et uforudset energibehov til køling. Danske vindmøller kunne ikke holde trit, og solceller kunne langt fra kompensere for den manglende vind. Behovet måtte derfor dæk- kes af importeret energi, hvilket fik elprisen til at stige med 66 procent i juli måned sammenlignet med året før. Der kunne ikke importeres el fra de skandinaviske nabolande, som normalt i vindstille perioder, da de også var ramt af tørken. Norske vandkraftværker døjede med vandmangel i ma- gasiner, og svenske kernekraftværker reducerede driften, da havvandet blev for varmt til køling af reaktorer. I stedet blev Danmarks import fra tyske kulkraftværker mere end fordoblet.

Endelig kunne man på Fyn og i Jylland konstatere sætningsskader på huse, fordi den fede lerjord sprækkede som følge af vandmangel i løbet af sommeren.

Hvad nu hvis...

... et stilleliggende højtryk tidligt i maj måned lægger sig til rette over Skandinavien og fastlåser varmt og tørt vejr i Danmark helt frem til udgangen af august. Perioden byder på et aldrig tidligere set antal hedebølger med dagtemperaturer på 32-37 °C og utallige tropenætter. Det fører til ca. 1.000 varmerelaterede dødsfald og lægger stort pres på personale i sundheds-, social- og omsorgsfunktioner, særligt i de varmeste uger, som er sammenfaldende med ferieperioden. Yderligere ca. 30 dødsfald kobles til varmen, dels i trafikulykker pga. blød vejbelægning, dels i drukneulykker i havet og søer. Trods hurtig indførelse af omfattende afbrændingsforbud opstår ca.

4.000 naturbrande, herunder 10 særligt destruktive klitbrande, brande i gran/fyr plantager samt underjordiske tørve- og mosebrande. I flere tilfælde må sommerhusområder og turistattraktioner evakueres pga. ild- og røgudbredelse. I et enkelt tilfælde indebrænder 12 turister i en tæt statsskov.

Der er tørke i samtlige uger fra maj til august, og vandforsyningssektoren er hårdt ramt. Landbruget oplever en nedgang i arealudbyttet på 50 pct., som sammen med hundredevis af konkurser og udsigt til et samlet tab på næsten 10 mia. kr. lægger pres på regeringen for at vedtage en økonomisk hjælpepakke, der langt overstiger den fra 2018 på

380 mio. kr. I naturen opleves samtidigt omfattende fiskedød, og tusindvis af træer svækkes så meget af tørke, at de ikke overlever årets efterårsstorme. I den kollektive trafik opleves store varmegener og væsentligt reduceret togdrift. Mange ældre køle-/fryseskabe står af på kort tid, og virksomheder, der leverer og servicerer kølesystemer, kan ikke følge med den øgede efterspørgsel. Varmepåvirkning i energisektoren fører endvidere til flere lokale strømsvigt, som i enkelte tilfælde rammer kritisk infrastruktur med særligt behov for køling. Der ses omfattende sætningsskader på bygninger, særligt i ældre huse.

STORME OG ORKANER



December-orkanen i 1999

Den 3. december 1999 blev store dele af landet ramt af den kraftigste orkan i de knapt 150 år, hvor der har været meteorologiske målinger i Danmark. Med en middelvindshastighed på omkring 40 meter pr. sekund (m/s) og vindstød på op imod 50 m/s havde orkanen en voldsom virkning på alt, hvad den mødte. Orkanen forårsagede syv dødsfald og flere end 800 tilskadekomne med behov for lægehjælp. I nærheden af fire mio. kubikmeter træ gik tabt ved stormfald i skovområder, og på Lindøværftet væltede en 114 meter høj portalkran ned over et containerskib, der lå i dok. Omkring 400.000 husstande var uden strøm i kortere eller længere tid. Med materielle skader anslået til ca. 13 mia. kroner er orkanen økonomisk set den dyreste ekstremvejrshændelse i Danmark til dato.





Karakteristik

Storme og orkaner forårsages af store tryk- og temperaturforskelle mellem atmosfærens lavtryk og højtryk. Når Danmark rammes af storme og orkaner, opstår de som regel langs polarfronten, der dannes på grænsen mellem kold polarluft fra nord og varm fugtig luft fra syd. Der hvor de kolde og varme luftmasser støder sammen, dannes en front, og en forstyrrelse (hvirvel) på fronten kan lede til et lavtryk, der hurtigt kan intensiveres til et stort, sammenhængende, roterende system af skyer. Jo større temperaturforskel, desto voldsommere bliver lavtryksudviklingen og de resulterende vindstyrker.

Når det blæser med en middelvindhastighed på over 32,6 m/s (svarende til 117 km/t), defineres hændelsen som orkan. Middelvindhastigheder på 24,5 til 32,6 m/s kategoriseres som storm.

I storme kan der imidlertid ofte forekomme vindstød af orkanstyrke, uden at stormen derved defineres som en orkan. Enkelte vindstød kan således have samme ødelæggende potentiale, hvad enten de forekommer under storm eller orkan.

Hvis over 30 pct. af Danmark rammes, betegner meteorologerne det som en national storm eller orkan. En regional storm eller orkan dækker 10-30 pct. af landet.

Forekomst

DMI opdaterer løbende 'Stormlisten for Danmark', hvor alle danske storme og orkaner siden 1891 er klassificeret ift. styrke og udbredelse. I 2013 blev det endvidere indført, at DMI navngiver individuelle stærke storme og orkaner, for at gøre dem lettere at skelne fra hinanden.

Statistikken baserer sig på datagrundlag, som går tilbage til 1873. I de seneste godt 100 år er egentlige orkaner kun registreret fem gange i

Danmark, men der har været adskillige stærke storme med vindstød af orkanstyrke. Samlet set må stærkt skadevoldende blæsevejr derfor siges at være hyppigt forekommende i Danmark.

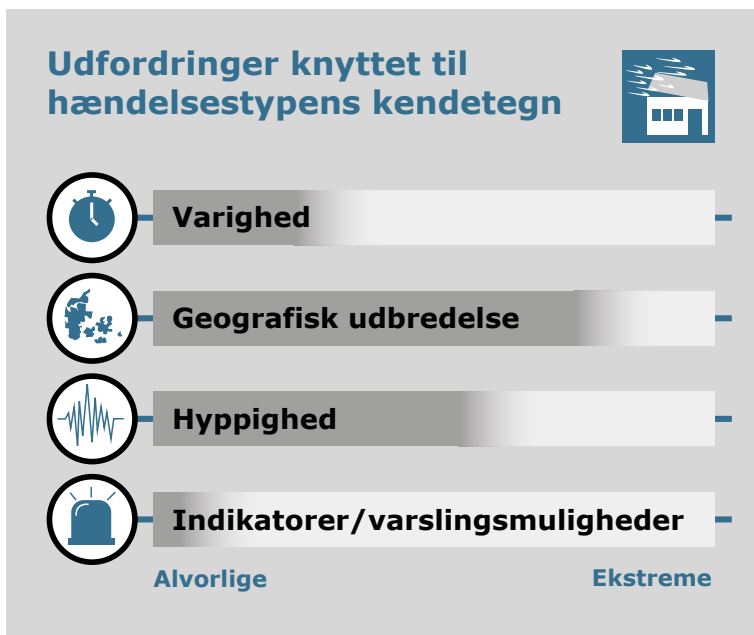
Forudsætningerne er næsten kun til stede i efterårs- og vintermånederne. DMI har fx mellem 1950 og 2021 registreret 46 storme og orkaner i Danmark, og af disse er 45 indtruffet fra september til februar.

Der kan forekomme perioder på nogle år, hvor Danmark ikke rammes, som fx perioden mellem en storm i januar 2005 og en storm i november 2011, og ved udgangen af 2021 var der ikke registreret en storm siden december 2016 (stormen 'Urd'). Der har dog flere gange været varslet storm, som efterfølgende blev klassificeret som 'stormende kuling, evt. med vindstød af orkanstyrke'.

Der er dog også registreret tilfælde i Danmark, hvor to storme optrådte kort efter hinanden. Det er således ikke usandsynligt, at storme og orkaner kan forekomme med få dages eller ugers mellemrum.

Den geografiske udbredelse af storme og orkaner kan være så stor, at hele Danmark rammes samtidigt. Intensiteten kan dog variere med betydelige lokale forskelle. Varigheden er typisk op til to døgn.

Storme og orkaner er sjældent uvarslede i Danmark. Der er god mulighed for med en vis nøjagtighed at forudsige dannelsen af ekstreme lavtrykssystemer, og nøjagtigheden stiger i takt med udviklingen af vejrmodeller og ikke mindst større mængder observationsdata fra radar og satellitter. Det er dog stadigvæk vanskeligt præcist at forudse deres bane og intensitet.



Storme og orkaner kan medføre betydelige materielle skader på bygninger både som direkte konsekvens af vindbelastning og indirekte pga. flyvende eller faldende genstande. Totalskader, hvor hele tage og ydermure kollapse, er ikke ualmindelige. Oprydningsarbejde og genopretning af bygningsmasse, infrastruktur mv. kan være omfattende og langvarig.

Der vil ofte ske omfattende skader i naturen, hvor hele skovområder kan rammes af stormfald. Skadernes omfang og efterfølgende udgifter til oprydning, reparation og gentilplantning kan medføre betydelige økonomiske tab. Siden orkanen i 1999 har der dog i såvel statsejede som private skove været fokus på genplantning af en mere varieret skov med højere andel af løvtræer frem for nåletræer, som dermed er mere robust overfor kraftige vindstød.

Storme og orkaner vil typisk påvirke transportsektoren kraftigt, da broer, lufthavne og færgeruter ofte skal lukkes midlertidigt, og vigtige veje og banestrækninger kan blive spærret. På land må transport ofte indstilles pga. risiko for flyvende og faldende genstande mv. På havet kan blæsten skabe meget høje bølger (op til 14 meter ved orkan) til fare for sejlads.

Storme og orkaner kan også betyde, at it- og telenetjenester afbrydes, eller overbelastes af mange brugere, med de heraf afledte konsekvenser for andre samfundsvigtige funktioner. Der kan ligeledes opstå strømafbud, hvilket kan have udbredte og alvorlige konsekvenser på mange områder. Reetableringen vil ofte grundet hændelsen tage længere tid end vanligt. Dog er risikoen for omfattende og/eller længerevarende strømsvigt pga. væltede master med elledninger reduceret kraftigt gennem det seneste årti, hvor hovedparten af lavspændingsnettet er gravet ned.

Endelig kan storme og orkaner medføre store oversvømmelser fra havet og være en del af kob-

Konsekvenser

Storme og orkaner er blandt de ekstreme vejr-hændelser, der påvirker samfundet allermest. Hændelsesforløbene ligner dog ofte hinanden. Det vil sige, at storme og orkaner vil stå på i et afgrænset tidsrum og med høj sandsynlighed medføre nogle af de samme konsekvenser.

Storme og orkaner kan bl.a. forårsage kvæstelser og dødsfald pga. flyvende genstande, væltende træer, faldende tagsten og trafikuheld. Ophold og færdsel udendørs kan derfor være forbundet med livsfare både under og umiddelbart efter storme og orkaner. Mennesker og dyr kan ligeledes blive dræbt, såret eller spærret inde ved sammenstyrtninger af svage konstruktioner.

Herudover kan der optræde afledte konsekvenser for liv, helbred og velfærd, hvis logistik og transport samt adgang til akutte tjenester fra politi, redningsberedskab, sundhedsberedskab eller kommunal hjemmepleje påvirkes af vanskelige kørselsforhold og/eller delvise nedbrud af infrastruktur. På havet kan blæsten skabe meget høje bølger til fare for sejlads og vanskeliggøre redningsindsatser til søs efter maritime ulykker.

lede vejrhændelser, hvilket beskrives nærmere i de efterfølgende kapitler om oversvømmelser fra havet og ekstremregn.

rede. Da DMI's Klimaatlas i december 2020 blev opdateret med mere specialiseret viden om vindforhold fremgik det således at:

"Det variable vejr i Danmark gør det usikkert, hvad der sker med vindene fremover. Det bedste bud er, at der ikke kommer markante ændringer. Men mindre stigninger eller svækkelser af den gennemsnitlige vindstyrke kan ikke udelukkes. Antallet af storme kan stige en smule ved vestvendte kyster (især Jylland), men det er igen forbundet med stor usikkerhed."

Eksempler

Orkanen den 3.-4. december 1999 var ubetinget den største i Danmark i nyere tid. Sønderjylland og Vadehavet blev særligt hårdt ramt i et bælte på omkring 100 km, men orkanen påvirkede hele landet, og bortset fra i det nordlige Jylland nåede vindstødene de fleste steder op på 40-51 m/s. På Rømø blev der sat danmarkrekord med en middelvind målt til over 40 m/s, og vindstød på over 50 m/s inden vindmåleren blæste omkuld. Det blev dengang vurderet til at være nær det maksimalt mulige for et stormlavtryk i og omkring Danmark. Konsekvenserne er opsummeret i kapitlets indledende tekstboks.

Tendenser

Klimaforandringerne kan påvirke de typiske vindmønstre. Vinden har dog en meget stor naturlig variabilitet. En optælling med DMI's stormliste vidner fx om, at der i starten og slutningen af det 20. århundrede var flere storme end idag, mens perioden fra 1930 til først i 1960'erne, ligesom det første årti i det 21. århundrede var relativt mindre blæsende. Tre orkanagtige storme (i oktober 2013, december 2013 og november 2015), ændrede billedet, men det giver ikke tilstrækkeligt grundlag til at konkludere noget entydigt om fremtidens vindforhold i Danmark.

Forskelle mellem klimamodeller gør det ligeledes usikkert, om vindstyrken og antallet af storme og orkaner i Danmark vil stige, aftage eller forblive uforandret frem mod slutningen af dette århund-



hvilket dog var færre end under 1999-orkanen, bl.a. fordi der i mellemtiden var gennemført en omfattende kabellægning af lavspændingsnettet. Flere telefoncentraler og store dele af mobiltelefonnettet var også ude af drift i en periode. I skovene blæste over to mio. kubikmeter træ omkuld. Skaderne anslås samlet set til omkring fire mia. kr.

Den 28. oktober 2013 blev Danmark ramt af en storm med vindstød af en hidtil uset styrke. Stormen, der blev navngivet 'Allan', havde højeste måling af middelvind på 39,5 m/s målt ved Røsnæs Fyr og vindstød på helt op til 53,5 m/s ved Kegnæs Fyr, hvilket er d

anmarksrekord. Allan ramte primært Syd- og Sønderjylland, Fyn og Sjælland, og resulterede i store skader på ejendom og infrastruktur. Jernbanedriften blev sat ud af spillet i mere end to døgn i en stor del af landet pga. væltede træer og løsrivne bygningsdele på skinnerne. Tre personer omkom pga. flyvende dele fra tagkonstruktioner

og påkørsel af et væltet træ.

Blot to måneder senere, den 5.-6. december 2013 blev Danmark igen ramt af en orkanagtig storm. 'Bodil', som stormen blev navngivet, dækkede et større område og hang længere tid over Danmark end 'Allan'. Mange steder ved kysterne var der storm i middelvind, flere steder stærk storm og et enkelt sted orkan, først fra sydvest, dernæst fra nordvest. Vindstødene var ved næsten samtlige kyststationer over orkanstyrke. En person omkom og flere blev kvæstet. Stort set alle landets broer blev spærret pga. den kraftige vind og trafikale hovedårer som Storebæltsbroen, Øresundsbroen og Lillebæltsbroerne lukkede fuldstændig ned. Færgerne blev i havn, og fly blev stående på asfalten i lufthavnene i Aalborg, Billund og København.

Note: I nogle de ovenfor nævnte eksempler var der samtidig stormflod. Stormflod og eksempler herpå behandles i det næste kapitel om oversvømmelser fra havet.

Hvad nu hvis...

... der den 22. december varsles en storm over Tyskland juleaftensdag, som samtidig vil give stormende kuling med vindstød af stormstyrke over de sydlige dele af Danmark. I løbet af natten til den 24. december ændres stormens forløb, og det varsles juledags morgen, at stormen nu med fuld styrke vil ramme det sydlige Danmark samt Sjælland og Fyn midt på eftermiddagen.

Trods advarsler fra myndighederne om, at julegæster bør

sikre sig at være fremme ved deres destination senest kl. 14 samt, at færge- og togdriften vil blive indstillet og broerne lukket kl. 13, befinder der sig mange borgere på vejene, da stormen rammer kl. 15. Det resulterer i op mod 10.000 mennesker, herunder mange børn og ældre, med behov for evakuering og nødhjælp, samt et markant større antal bilulykker med døde og tilskadekomne spredt over hele det sydlige Danmark end ved tidligere storme. Redningsarbej-

derne har svært ved at komme frem til de mange skadesteder pga. væltede træer og vragdele på ruterne, og deres arbejde vanskeliggøres af det fortsat igangværende stormvejr.

Idet flere områder oplever strømnedbrud, afbrydes også mobilnetværk og internetforbindelser og dermed mange borgers mulighed for at kommunikere og modtage information fra myndighederne.

OVERSVØMMELSER FRA HAVET

Stormflod 1981

Den 24.-25. november 1981 oplevede hele landet vindstød af orkanstyrke, og vandstanden ved Vadehavet og Vesterhavet steg voldsomt. Ved vadehavsøen Mandø optrådte den stigende vandstand samtidig med højvande, og 90 pct. af øen blev oversvømmet. Øens 300 får druknede, og øens diger blev alvorligt beskadiget. Flere andre diger langs Vadehavskysten brød også sammen under det store pres fra vandet. I Esbjerg Havn målte man den højeste vandstand nogensinde på 4,33 meter over normalen. Havnen blev oversvømmet, og alene her oversteg omkostningerne et tocifret millionbeløb, bl.a. fordi 15.000 fiskekasser med indhold blev skyllet ud i havnen.

Karakteristik

Oversvømmelser fra havet opstår, når havets vandstand stiger så meget, at by- og landområder pludselig bliver oversvømmet. Vandstanden kan stige som følge af flere forskellige forhold, primært kraftig vind eller tilbageskulp fra den østlige del af Østersøen.

Kraftig vind kan presse store mængder havvand ind over land. Fænomenet kaldes forhøjet vandstand, og hvis vandstanden overstiger en lokalt fastsat grænseværdi, kan Stormrådet erklære stormflod. Forhøjet vandstand og stormfloder påvirkes af flere faktorer, herunder vindens retning og styrke, kystens udformning, lufttryk, lavtryks-



banen og tidevand. De alvorligste stormfloder opstår under ugunstigste kombinationer af disse faktorer.

Ved pålandsvind stiger vandstanden langs kysterne, og ved fralandsvind falder den. Ved en middelvindshastighed på 20,8-24,5 m/s, hvilket

svarer til stormende kuling, kan vandstanden ved pålandsvind stige så meget, at der vil være tale om en stormflod. Risikoen er endnu højere ved pålandsvind ifm. storm (middelvindshastighed på 24,5-32,6 m/s) eller orkan (middelvindshastighed over 32,6 m/s).

Vindstuvning har størst effekt på lave vanddybder, og derfor har kystens udformning også



betydning. Lavtliggende områder som marsk-lande og fjordområder vil oftere blive udsat for oversvømmelser fra havet, når vindstuvningen presser havvandet ind over land.

Ved Østersøkysterne er der endvidere risiko for oversvømmelser pga. tilbageskvulp. Det kan ske, hvis storme fra nordvest først presser vand fra Nordsøen ind mod Østersøen og Den Botniske Bugt for derefter at vende og presse vandet tilbage ind i Lillebælt, Storebælt eller dele af Øresund. Det kan få vandstanden langs de indre kyster til at stige op mod 3 meter.

Udover vindens retning og styrke har også lufttrykket og tidevandet stor betydning for vandstanden. Gennemsnitligt er lufttrykket i Danmark

1013 hektopascal (hPa), men i stormvejr falder trykket typisk til 970-980 hPa, hvilket medfører en stigning i vandstanden på 0,3-0,4 meter. Tidevandet er en daglig begivenhed, men ved særlige konstellationer af Solen, Månen og Jorden vil højvandet stå højere end gennemsnitligt. Det kaldes springtid og sker ca. hver 14. dag. Hvis kraftig vind kulminerer med højvande, øges risikoen for oversvømmelser fra havet dermed også. Det kraftigste tidevand i Danmark findes langs Vadehavet med en forskel på høj- og lavvande på op mod 2 meter.

En anden faktor, der selv ved lavere vindstyrke kan øge risikoen for oversvømmelser, er hvor meget regn, der er faldet i den foregående periode. Det skyldes bl.a., at en allerede høj vandstand i

åer og vandløb øger risikoen for, at de går over deres breder, når de ikke kan få afløb ud i havet. Ligeledes kan en øget afledning af regnvand til havet i den foregående periode medføre, at vandstanden allerede før en storm er højere end normalen, og dermed øges risikoen for oversvømmelser.

Endelig kan kyster også blive udsat for flodbølger udløst af seismisk aktivitet, som undersøiske jordskælv og jordskred. Disse flodbølger kaldes tsunamier, og deres styrke er afhængig af højde og hastighed. Hastigheden aftager, når bølgen nærmer sig kysten og lavere vanddybder, men samtidig stiger bølgens højde. Risikoen for denne type oversvømmelse fra havet er meget lav i Danmark.

Forekomst

I gennemsnit ligger Danmark kun 31 meter over havets overflade og er omgivet af ca. 7.300 km kyststrækning. Mange store danske byer er placeret tæt ved kysterne, hvilket gør dem potentielt udsatte for oversvømmelser fra havet.

Danmark rammes næsten årligt af oversvømmelser fra havet og stormfloder. I perioden fra 2000 til 2020 indtraf der fx 20 hændelser, som havde en størrelse, der klassificerede dem som stormfloder ifølge Stormrådet. Der kan naturligvis forekomme år uden stormfloder og ligeledes år med flere hændelser.

Frekvensen varierer endvidere ift. årstiden. Oversvømmelserne forekommer mest i vinterhalvåret, hvor lavtryk ofte passerer landet og medfører kraftig vind.

Geografisk kan lokalområder være mere eller mindre udsatte for oversvømmelserne. Det afhænger bl.a. af styrken af diger langs kysten, og hvor stor en højdeforskel, der er på kysten og de nære landområder.

Der er i den henseende forskel på de ydre og indre farvande i Danmark. De ydre farvande er Nordsøen og Vadehavet, mens de indre far-

vande dækker fra Kattegat og ned over den østlige del af landet. Hele den vestjyske kyst ligger udsat for hård pålandsvind fra vest samt for store tidevandsforskelle. Vadehavsområdet består af fladt marskland, som hurtigt kan oversvømmes. For at beskytte særligt byerne i Sønderjylland er der etableret havdiger langs store dele af Vadehavskysten.

I de indre farvande kan vandstanden og bølgehøjderne ikke nå at samle lige så meget energi som ud for den jyske vestkyst. Områderne langs fjordene i de indre danske farvande er dog ofte dårligere beskyttet med naturlige barrierer eller beskyttelse mod højvande og dermed mere udsatte for oversvømmelser end Vestkysten. Fjordområder på Fyn og Sjælland samt østvendte fjorde i Jylland har fx flere gange været udsat for stormflod med store oversvømmelser til følge.

De seneste år har der dog været øget fokus på at forebygge disse oversvømmelser, bl.a. på baggrund af implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv. Som led heri blev der i 2018 udpeget



14 områder i Danmark med særlig risiko for oversvømmelse fra hav og vandløb. 12 af disse risikoområder ligger ved kyster eller fjorde i de indre danske farvande, og et risikoområde ligger i vadehavsområdet (dækkende Esbjerg by og Nordby på Fanø). Udpegningen berører samlet 27 kommuner.

Kortlægningen, som blev gennemført igen i 2020, giver kommunerne opdaterede skades- og risikokort, der viser potentielle skader og tab på bygninger, infrastruktur og landbrug ved forskellige oversvømmelsesscenarier. Kortlægningen findes på Kystdirektoratets hjemmeside.

Mht. flodbølger (tsunamier) betyder fordelingen og typerne af seismiske zoner i Nordatlanten, at disse er ekstremt sjældne. Mindre bølger, der bevæger sig hurtigt, vil dog kunne ramme kysterne i ydre og indre danske farvande.

og beredskabsplanlægning; af akutte forebyggende og afhjælpende tiltag; samt af befolkningens foranstaltninger og adfærd.

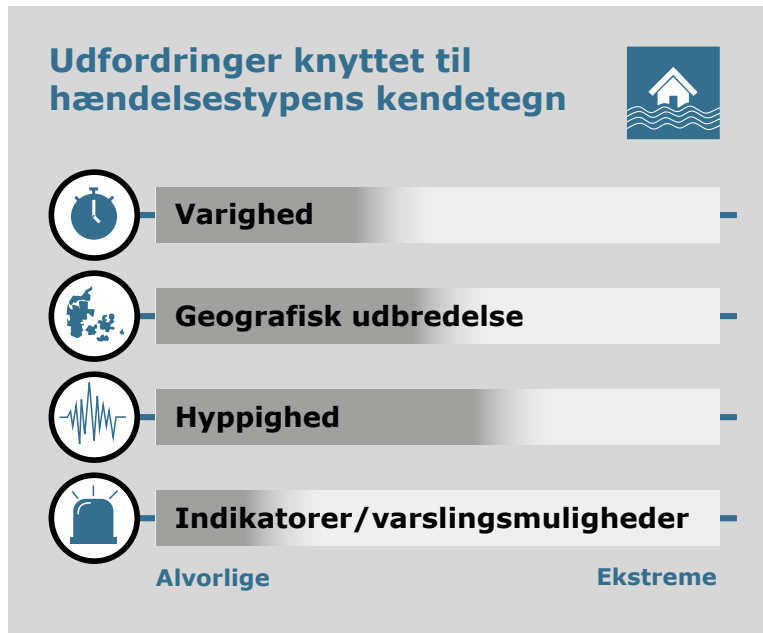
Ved Vestkysten er der langs de fleste udsatte kyststrækninger konstrueret diger eller klitforstærkninger vha. sandfodring (dvs. tilføjet sand på kysten eller på revlerne). Selvom der er etableret diger flere steder i de indre danske farvande, findes der fortsat mange oversvømmelsestruede områder, som ikke har diger.

Digerne er essentielle for beskyttelse af liv og ejendom i lavtliggende områder. Hvis digerne ikke overskylles eller brydes, opretholdes digets beskyttelsesfunktion og der bliver ingen konsekvenser bag digerne. Ved hver hændelse med øget vandstand udsættes digerne imidlertid for pres og bølgepåvirkning, som kan medføre erosion af græsoverfladen, hvilket kan gøre dem sårbare for sammenbrud. Selvom digerne vedligeholdes, og erosionsskader udbedres, kan digerne svigte.

Hændelser med betydelige tab af menneskeliv i Danmark, bl.a. langs Vestkysten og på Falster er kun indtruffet i tiden, før der blev opført diger. Det illustrerer dog også, hvad digernes svigt kan betyde – særligt i dag, da samfundsmæssige aktiver (og dermed sårbarheden) bag digerne er vokset markant over de sidste 100 år pga. byudvikling i kystnære zoner.

Et andet beskyttelsestiltag, der medvirker til at reducere konsekvenserne er såkaldte 'højvandsmure', der særligt benyttes i tæt befolkede byområder eller områder med stor økonomisk aktivitet, fx havneområder, hvor der enten ikke er plads til at etablere diger, eller hvor en højvandsmur bedre passer ind i byrummet.

Udover diger, klitforstærkninger og højvandsmure er der i dag også oprettet stormflodsberedskab ved både Vadehavet og den centrale del af vestkysten. Det betyder, at beredskabet efter vars-



Konsekvenser

De potentielle konsekvenser ved oversvømmelser fra havet afhænger i høj grad af strukturelle beskyttende foranstaltninger som fx diger eller højvandsmure; af byplanlægning, klimatilpasning

ling fra DMI er klar til at igangsætte evakuering, såfremt det skulle blive nødvendigt. Evakuering kan også blive nødvendigt andre steder, fx ved de indre farvande.

Selvom oversvømmelser fra havet i dag vurderes at udgøre en begrænset risiko for tab af menneskeliv, kan de medføre helbredsmæssige konsekvenser, hvis spildevandsanlæg og kloakker oversvømmes. Dermed kan mennesker komme i kontakt med sygdomsfremkaldende mikroorganismer gennem urent vand. Oversvømmelserne kan desuden resultere i psykiske følgevirkninger blandt berørte borgere, fx stress som følge af evakuering eller pga. tabt privat ejendom.

Det materielle skadesomfang vil afhænge af, hvilke områder, der rammes. Hvis et tæt befolket og/eller tæt bebygget område oversvømmes, vil skader på ejendom, herunder bygninger og inventar være store. Kældre og stueetager i boliger og kommercielle faciliteter kan påvirkes af vandmasser i sådan en grad, at de ikke kan benyttes over en lang periode, mens de renoveres. Særligt når oversvømmelser rammer flere dele af landet samtidigt, kan de økonomiske konsekvenser blive store.

Oversvømmelser fra havet kan også være problematiske for opretholdelse og reetablering af samfundsvigtige funktioner og kritisk infrastruktur. Havne, veje og kystnære jernbaner kan blive midlertidigt lukket eller ødelagt. Oversvømmede områder og nærliggende områder kan desuden

rammes af strømsvigt, som er forbundet med en række kaskadeeffekter, eksempelvis at virksomheder bliver sat ud af drift i kortere eller længere tid.

Oversvømmelser fra havet kan også få betydning for drikkevandforsyningen, hvis drikkevandskilder forurenes af saltvand. Vandværker kan oversvømmes, og efter oversvømmelser kan havvandet også lægge sig som småsøer i lavninger i terrænet og trænge langsomt ned i grundvandet. Oprensning af vandbrønde og rensning af drikkevand kan være omkostningstungt.

Når ferskvandskilder oversvømmes af havvand, forsaltes ferskvandet, hvilket kan medføre store forstyrrelser i lokale økosystemer, da både dyr og planter har behov for adgang til ferskvand. Salt kan også være et problem på landbrugsarealer, der er blevet oversvømmet af havvand. Saltet hindrer planternes osmose, således at planterne får vandmangel og dermed ikke kan gro. Forsaltet jord kan derfor ikke anvendes til at dyrke afgrøder og vil være forbundet med betydelige finansielle tab for landbrugssektoren.

Mange oversvømmelsestruede områder har industriel bebyggelse, herunder potentielt forurenende virksomheder. Her kan oversvømmelser medføre udslip af fx kemiske stoffer, som så kan sprede sig over større arealer. Udover at udgøre en sundheds- og/eller miljørisiko, kan oprensning af arealerne være langvarig og kostbar.





- Stormfloderne rammer langt voldsom mere. Når middelvandstanden hæves, så vil en stormflod kunne få langt mere alvorlige konsekvenser, da vandet presses højt op over terrænet.
- Den stormflod, der i dag statistisk forekommer hvert 20. år, bliver en hændelse, der kan ske hvert eller hvert andet år.

Hertil skal dog bemærkes, at der naturligvis er usikkerhed forbundet med forudsigelser af vandstanden – især ifm. de meget ekstreme stormflodshændelser, hvor datagrundlaget er begrænset.

Samtidig er der i de senere år i stigende grad kommet fokus på at tilpasse og sikre nyt kystnært byggeri, hvilket på sigt kan være med til at mindske konsekvenserne af oversvømmelser fra havet.

Tendenser

Klimaforandringerne forventes at medføre havvandsstigning globalt pga. smeltende iskapper og havvandets termiske udvidelse. Som følge heraf vil der i de kommende år i stadigt højere grad opstå situationer, hvor vandstanden i havet overstiger det normale niveau.

Ved opdateringen af DMI's Klimaatlas i december 2021 fremgik følgende 'bedste bud' på værdier i slutningen af århundredet (2071-2100) sammenlignet med i dag, med en fortsat høj udledning af CO₂ (RCP8.5-scenariet):

- Middelvandstanden i havet stiger, og stigningen accelererer. Vandet stiger mindst i Nordjylland og mest i det sydvestlige Jylland. Forskellen hænger sammen med landhævningen efter sidste istid. I gennemsnit stiger middelvandstanden med ca. en halv meter.

Eksempler

Orkanen den 3. december 1999 førte til stormflod langs Vadehavet og Vesterhavet. I Vadehavet var vandstanden 4-4,5 m over normalen. Ved Ribe, Esbjerg og Højer diger blev målerne skadet, og selvom den målte vandstand på 5,12 m ved Ribe stadig er Danmarksrekord, var vandstanden sandsynligvis højere, da orkanen var på sit højeste. Vandstanden toppede, da der var lavvande. Havde vandstanden toppet bare seks timer senere, mens der var højvande, ville vandet være nået 1 til 1,5 meter højere op, og diget ved Ribe sandsynligvis være overskyllet.

Den 5. december 2013 under stormen 'Bodil' drejede vinden om til nordvest, hvilket medførte, at store mængder vand, der var presset fra Nordatlanten ind i Kattegat, blev presset ned i sydlige Kattegat mod den Nordsjællands kyst. Der skete

store oversvømmelser i beboede områder omkring Roskilde Fjord, hvor vandstanden var mere end to meter over normalen. I Frederikssund og Jyllinge Nordmark mistede i alt ca. 600 familier i en periode deres hjem, og i Roskilde var bl.a. Vikingeskibsmuseet truet af oversvømmelse. Ligeledes oplevedes store oversvømmelser og ødelæggelser ved Holbæk Fjord, Odense Fjord, Isefjord og København. Hændelsen kostede over 900 mio. kr. i skadesudbetalinger.

Den 4.-5. januar 2017 blev Danmark ramt af en meteorologisk set mindre storm, der pressede

store mængder vand fra Nordsøen ned gennem Skagerrak og Kattegat til Østersøen. Nordlige vinde i Østersøen pressede imidlertid derefter den øgede vandmængde i Østersøen tilbage mod det sydlige Danmark. Det resulterede i historisk høje vandstande og oversvømmelser fra den gamle Lillebæltsbro, syd om Fyn og Sjælland, op til Københavns Nordhavn samt Bornholm. Om aftenen den 4. januar 2017 fik vandstandsprognoserne bl.a. Københavns Politi til at advare om, at det kunne blive nødvendigt at evakuere kystnære boligområder på Amager, såfremt vandet trængte gennem digerne, hvilket dog ikke skete.

Hvad nu hvis...

... en stærk vinterstorm fra vest presser vand fra Nordsøen via Kattegat og Øresund ind i Østersøen. På bagsiden af lavtrykket presser vinden vandet tilbage fra Østersøen mod Køge Bugt og det sydlige Øresund. Tilbageskvulpet tilfører et så stort pres på digerne langs Lolland, Falster, Møn og

Køge Bugt samt kyststrækningen omkring Dragør, at flere diger mod forventning genbrydes. Der opstår behov for akut evakuering af flere tusinde borgere. Der er strømsvigt og fjernvarmesvigt i de oversvømmede områder, og grundet meget lave temperaturer bliver det hurtigt kritisk

at få særligt sårbare borgere evakueret fra egne hjem, plejehjem mv. Den igangværende storm samt svær fremkommelighed pga. oversvømmelserne komplicerer imidlertid evakueringerne. Samtidig stiger vandmasserne faretruende i Københavns Havn.



Skybruddet over Storkøbenhavn i 2011

Først på aftenen lørdag den 2. juli 2011 blev Storkøbenhavn med kort varsel ramt af et skybrud af hidtil usete dimensioner. I de værst påvirkede områder faldt der inden for få timer mere nedbør, end der normalt gør på to måneder. Det blev den dyreste natur-skabte hændelse i Danmark siden orkanen i 1999. Alene forsikringsudbetalingerne blev opgjort til 6,2 mia. kr. fordelt på ca. 90.000 skader.

De materielle skader bestod primært i vand- og fugtskader i bygninger, men der var også omfattende nedbrud af infrastruktur. Ca. 10.000 husstande var berørt af strømafbud i op til 12 timer, og ca. 50.000 fjernvarmekunder mistede varme og varmt vand i op til en uge. Flere motorveje var spærret i 1-3 dage. Togtrafikken blev forstyrret af oversvømmede stationer, spor og tekniske installationer, et jordskred på 100 meter,

lynnedslag i elektrisk udstyr og it-nedbrud. Nogle banestrækninger var lukket i dagevis, og det tog en uge, før driften var normaliseret.

Øvrige afbrydelser inkluderede bl.a. DMI's supercomputer og hjemmeside, Vejdirektoratets trafik kort, en TDC-central, Københavns Politis telefonsystem, Vestre Fængsels it-systemer og Københavns Kommunes nødkaldeanlæg for ældre. Det vurderes, at 70 pct. af Københavns Kommunes tværgående forretningskritiske it-systemer var tæt på ødelæggelse. På Alarmcentralen for Storkøbenhavn medførte oversvømmelse i teknikrummet svigt på dele af kommunikationsudstyret og disponeringsteknikken samt risiko for systemnedbrud. Alarmnummeret 1-1-2 virkede dog, og der var knapt 5.000 opkald i den travleste time fra kl. 20-21.



Der var ingen dødsfald, mens skybruddet stod på, men efterfølgende blev der anmeldt fem tilfælde af sygdommen leptospirose, hvoraf to inficerede blev indlagt på sygehus, og den ene døde. Endvidere viste en undersøgelse blandt 257 personer, som havde været erhvervsmæssigt eksponeret for sammenblandet regnvand og kloakvand, at 22 pct. var blevet syge. Enkelte kom til skade ved oversvømmelsesrelaterede færdselsuheld, og mindst ni personer fik forbrændinger af skoldhed damp fra riste over oversvømmede fjernvarme- og dampledninger.

Fare for liv og helbred opstod endvidere ved, at ambulancer og akutlægebiler havde vanskeligt ved at komme frem, og oversvømmelserne påvirkede driften på flere af Region Hovedstadens hospitaler. Det gik værst udover Rigshospitalet, hvor bl.a.

TraumeCentret og Strålehallen blev oversvømmet. TraumeCentrets modtagelse af svært tilskadekomne måtte midlertidigt flyttes til Herlev Hospital. En kortslutningsbestemt udkobling af forsyningsfeltet for prioriteret el i to timer ramte desuden flere intensivafdelinger og en operationsgang, og nødstrømmen fungerede kun delvist. Intensivpatienter blev flyttet internt og strømforsyningen genoprettet, men der var risiko for et strømsvigt, som kunne have krævet evakuering af et stort antal patienter.



Karakteristik

Ekstremregn betyder, at der falder mere regn, end der umiddelbart kan absorberes i jorden eller ledes væk, hvilket kan medføre oversvømmelser. Betegnelsen ekstremregn dækker her over tre forskellige fænomener: skybrud, kraftig regn og koblede nedbørshændelser.

Skybrud defineres af DMI som et kortvarigt kraftigt regnvejr med en nedbørsintensitet, der overstiger 15 mm på 30 minutter lokalt inden for et varslingsområde.

Kraftig regn defineres som en nedbørsintensitet, der overstiger 24 mm på seks timer lokalt inden for et varslingsområde.

Koblede nedbørshændelser er nedbør med forskelle i udbredelse, varighed og intensitet, der samlet falder inden for så kort tid, at vandet ikke kan drænes væk naturligt.

For alle tre typer ekstremregn gælder det, at når regnmængden opgøres i antal mm, er dette tal ikke i sig selv afgørende for det eventuelle skadesomfang pga. oversvømmelser. Regnmængden skal ses i kombination med andre faktorer, herunder tidsintervallet og hvor regnen falder, fx ift. jordens tilstand, topografi, bebyggelsesgrad, afvandingssystemer mv.

Udviklingen af skybrud og kraftig regn påvirkes af mange faktorer i atmosfæren, herunder fordeling af varme og kolde luftmasser. Når lokale atmosfæriske forhold er særligt ustabile, kan bygeskyerne vokse sig ekstra store og give kraftig regn og/eller skybrud – ofte suppleret af lyn, torden, stærke vindstød og hagl.

Skybrud og kraftig regn er altid afgrænsede fænomener, og skybrud er typisk meget lokale. Nogle byer står stille over et område, mens andre driver og spreder regn over flere og større områder. Fælles er dog, at udstrækningen af det ramte areal er begrænset sammenlignet med almindeligt regnvejr fra passerende frontsystemer.

Særligt skybrud er normalt også kendetegnet ved en brat begyndelse og afslutning samt hurtig og stor vekslen i regnens mængde og intensitet på kort tid og over korte afstande. Det er derfor ofte ikke muligt for meteorologer at forudsige præcist hvor, hvornår og med hvilken styrke, skybrud og kraftig regn vil indtræffe.

Koblede nedbørshændelser betyder, at flere regnhændelser forekommer tæt efter hinanden. Nedbørsområderne kan med korte eller ingen intervaller afløse hinanden, så mængden af nedbør over tid kan overstige både skybrud og kraftig regn. Jorden og afvandingssystemerne (kanaler, vandløb, søer, bassiner mv.) mættes med vand, og jordens kapacitet til at opsuge vand og forsinke afstrømningen af overskudsnedbøren reduceres eller forsvinder. Efterfølgende vil selv mindre nedbørshændelser kunne medføre konsekvenser, som ligner eller overstiger dem, vi kender fra meget intens nedbør.

Koblede nedbørshændelser og almindelig længelevende regn er nemmere for meteorologer at forudsige end skybrud og kraftig regn, da vejrmodeller i dag er i stand til at give gode prognoser.

Forekomst

Siden 1990 har den gennemsnitlige årlige nedbør i Danmark været omkring 745 mm. Nedbøren er i de seneste knap 150 år steget med ca. 25 pct. med en særlig acceleration siden 1980'erne. En stigning i antallet af episoder med skybrud og kraftig regn er dog vanskeligere at dokumentere, da DMI først i 2011 fik nedbørsmålere til løbende at måle intensitet i nedbør. Nedbørsmålernes opsat på strategiske steder og dækker ikke hele landet. Skybrud kan i dag ses på radardata, men teknologien er endnu ikke fuldt operationaliseret. Der er derfor kun et svagt datagrundlag for at vurdere, hvorvidt skybrud og kraftig regn oftere forekommer i dag end tidligere. Da der er tale om yderst lokale fænomener, forekommer der formodentligt også mange skybrud, der aldrig registreres officielt.

Skybrud og kraftig regn kan forekomme året rundt, men forudsætningerne er oftest til stede i varmt vejr, og sommeren er derfor højsæson for kraftig regn og skybrud. En DMI opgørelse for 2011-2020 viser fx, at ud af de gennemsnitligt 22,6 dage om året, hvor der forekom et skybrud et sted i Danmark, indtraf knap 75 pct. i juni-august og hele 90 pct. i maj-september. I sommeren 2021 skilte juli sig ud med 12 dage med skybrud mod 10-års gennemsnittet på 4,9 dage for juli måned.

Bygerne, som resulterer i skybrud og kraftig regn dannes oftest om dagen pga. solens opvarmning, men kan også dannes om natten ved markant afkøling i toppen af skyerne.

Geografisk kan skybrud og kraftig regn opstå overalt i landet, men udover forhold i atmosfæren påvirkes deres udvikling også af forhold ved jordens overflade. Især storbyområder kan være mere udsatte end mindre byer og land-områder. Det skyldes den såkaldte 'urban heat island'-effekt, bl.a. fra tæt bebyggelse og mørke overflader, som absorberer solens varme, og i vindstille sommervejr kan skabe lufttemperaturer over storbyområder et par grader over det omliggende land.

Koblede nedbørshændelser kan ligeledes forekomme året rundt og overalt i landet, eftersom fænomenet bunder i flere langvarige eller hyppige nedbørshændelser. I modsætning til skybrud og kraftig regn er forudsætningerne dog mest til stede om efteråret og vinteren. Koblede nedbørshændelser påvirker også i højere grad grundvandstanden og vandføringen i vandløbene, da tilførslen af regnvand til grundvandet og vandløbene sker over en længere periode. Når niveauet af (særligt det terrænnære) grundvand stiger, mindskes jordens evne til at optage regnvand, og risikoen for oversvømmelser stiger.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppighed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Konsekvenser

Man kan skelne mellem rene 'hydrologiske oversvømmelser', som forekommer i naturområder uden større samfundsmæssige konsekvenser, og 'skadevoldende oversvømmelser', som rammer befolkede områder og infrastruktur. Særligt oversvømmelser i byområder kan have vidtrækkende direkte og afledte konsekvenser. Disse afhænger bl.a. af:

- Antallet af bygninger og infrastruktur eksponeret for oversvømmelsesrisiko.
- Bygningsmassen og graden af overflader befæstet med asfalt og lignende, som vanskeliggør nedsivning.
- Hvorvidt terrænet er fladt eller kuperet, så vandet hurtigt kan samle sig i kraftige strømme i lavere dele.

- Hvor fugtig jorden er i forvejen, hvilket påvirker mængden af opsuget vand ift. overfladisk afstrømning, samt hvor fyldte og vandmættede nærliggende åer, vandløb, jorde og andre naturlige dræn eller reservoirer er.
- Forebyggende foranstaltninger, herunder hvor effektivt kloaksystemer, overløbsbassiner, afløbsarealer og andre mekanismer transportører, forsinker eller tilbageholder vandmasserne.
- Forebyggende og afhjælpende indsats fra grundejere og beredskabsaktører med at pumpe vand væk, rense tagrender og riste, flytte genstande op fra kældre, udlægge sandsække og andre barrierer, foretage akutte reparationer mv. Bl.a. vil redningsberedskabets kapaciteter i form af store læsepumper, slangegrupper til vandtransport samt prioritering af pumpeindsatserne have stor betydning for konsekvensernes omfang.

Akut fare for personskader ifm. skybrud og kraftig regn kan opstå i trafikken pga. nedsat sigtbarhed, akvaplaning eller manglende trafikregulering i vejkryds på steder, hvor oversvømmelser har ført til strømsvigt. Potentielt farlige situationer kan også opstå, hvis personer må kæmpe sig gennem dybt vand eller klatre op på installationer, fx efter at have forladt biler med motorstop i lavninger.

Erfaringer viser endvidere, at kraftig regn og skybrud kan skabe angst og utryghed hos kronisk syge personer og patienter med ilt i hjemmet, som er særlig afhængige af strømforsyning, eller som kan have behov for eller ønske om evakuering pga. oversvømmelse eller strømsvigt.

Det vand, der vil ligge i kældre og på gader ved oversvømmelser, kan bestå af sammenblandet regnvand og kloakvand. Menneskelig kontakt med kloakvand udgør en alvorlig sundhedsrisiko, også selvom vandet er fortyndet af det rene regnvand. Fx kan bakterieinfektionen leptospirose overføres, hvis druknede rotter skylles ud af

spildevandsrør. De hyppigste symptomer er diarré, forkølelse/ondt i halsen og hovedpine, men leptospirose kan i sjældne tilfælde medføre gulsot og livsfarligt påvirke nyrer og lunger.

Urenset spildevand kan også blive ledt ud i havnebassiner, havet, søer og vandløb, men da bakterier dør hurtigt i saltvand og lidt langsommere i ferskvand, forsvinder forureningen typisk i løbet af et par døgn.

Selvom de mulige helbredskonsekvenser ved ekstremregn ikke bør undervurderes, udgøres de største udfordringer af materielle skader og relaterede økonomiske tab. Hændelser med ekstremregn kan især have vidtrækkende konsekvenser for ejendomme. Skybruddet i Storkøbenhavn den 2. juli 2011 var fx ifølge genforsikringsselskabet Swiss Re den dyreste enkeltstående hændelse i Europa det år. Udover de økonomiske konsekvenser lader visse tab og skader sig ikke erstatte eller opgjøre økonomisk, som fx vand- eller fugtskadede arkiver, museumsgenstande og anden kulturarv.

Ekstremregn kan ligeledes skabe betydelige udfordringer for et bredt udsnit af samfundsvigtige funktioner og kritisk infrastruktur. På vejnettet kan oversvømmelser påvirke fremkommeligheden samt bevirke, at veje spærres i dagevis. Togdriften kan forstyrres ved, at lavtliggende spor, kabler, sporskifter mv. oversvømmes, og ved at it-tjenester, som er kritiske for trafikafviklingen, går ned pga. oversvømmelser eller lynnedslag. Veje, skinner og jernbanedæmninger kan desuden undermineres og kollapse, hvilket både skaber længerevarende gener for trafikken og store reparationsudgifter. Metroen i København kan pga. den dybtliggende infrastruktur, herunder stationer, tunnelrør og tekniske installationer, risikere langvarige driftsforstyrrelser i tilfælde af vandskader. Et øget fokus på forebyggelse og løbende opgradering hos infrastrukturforvaltere og operatører på vej og baneområdet gør dog, at risikoen for længerevarende driftsafbrydelser som følge af oversvømmelser mv. er mindsket sammenlignet med tidligere. Hertil kommer et øget

fokus på at få beskyttet transportinfrastruktur allerede i projekteringsfasen.

På energiområdet kan oversvømmelser og lynnedslag forårsage strømsvigt, og oversvømmede dampbrønde og fjernvarmeledninger kan medføre mangel på varme og varmt vand.

På it-området kan servere og andet it-udstyr samt tilknyttede køleanlæg, strømforsyningsrelæer og nødstrømsgeneratorer placeret i kældre bryde sammen pga. vandskader, fugtskader, kortslutning og brand. Telefoncentraler og mobilmaster kan ligeledes falde ud pga. oversvømmelse eller lynnedslag.

I forhold til fødevarerforsyningsikkerhed, kan ekstremregns påvirkning af infrastruktur påvirke produktion, oplag og distributionen af fødevarer til ramte områder. Lagre af fødevarer, som er ramt af oversvømmelser, kan kun genbruges efter en grundig rengøring og desinfektion. Eventuelle forstyrrelser i drikkevandsforsyningen kan også påvirke virksomheders mulighed for at producere sikre fødevarer.

For politi, redningsberedskab og sundhedsberedskab kan oversvømmelser vanskeliggøre kørslen for udrykningskøretøjer og true strømforsyning, nødstrømsanlæg, servere og andet it-udstyr, som er kritisk for driften på alarm- og vagtcentraler, hospitalsafdelinger mv. Erfaringer viser også, at redningsberedskabet kan komme under pres, fordi der i tillæg til et stort antal regulære indsatser (lænsning af vand, personredning mv.) er udrykninger til blinde alarmer fra automatiske brandalarmanlæg (ABA), som ved oversvømmelser aktiveres langt oftere end normalt.

Hændelsestypens konsekvenser



Liv



Helbred



Miljø



Økonomi



Ejendom



Samfundsvigtige funktioner

Alvorlige

Ekstreme

Tendenser

Der er, som nævnt ovenfor, kun et svagt datagrundlag for at vurdere, hvorvidt skybrud og kraftig regn oftere forekommer i dag end tidligere i Danmark. Der er imidlertid bred enighed blandt meteorologer og klimaforskere om, at risikoen for skybrud, kraftig regn og koblede nedbørshændelser på længere sigt øges i takt med, at lufttemperaturen gradvist stiger som følge af global opvarmning.

Der kan forventes ændrede nedbørsmønstre med somre præget af længere tørre perioder og flere intensive nedbørshændelser (skybrud og kraftig regn), på trods af, at den samlede ned-

børsmængde forventes stort set uændret. Opdateringen af DMI's Klimaatlas i december 2021 indikerede fx, at antallet af skybrud kan stige med 70 pct. ved en fortsat høj udledning af drivhusgasser (RCP8.5-scenariet). Modsat sommeren, vil der om vinteren generelt falde mere nedbør (knap 25 pct.), hvoraf relativt meget vil falde som regn pga. den stigende temperatur. Dermed øges også risikoen for koblede nedbørshændelser om vinteren.

De fleste hændelser med ekstremregn kan forudsiges relativt nøjagtigt af vejrtjenesterne, og mulighederne forbedres løbende. Det vil dog fortsat være vanskeligt at varsle nøjagtigt, hvor et skybrud vil opstå, og hvilken intensitet det vil have. Skybrudsprognoser vil dermed også i den nærmere fremtid være mere fejlbehæftede end andre meteorologiske prognoser.

Der forventes fortsat øget fokus på at sikre byerne mod konsekvenserne af ekstremregn ved at planlægge, hvor fremtidige ekstreme vandmængder kan ledes hen til mindst mulig gene samt indrette byerne herefter. Det kan evt. betyde, at de materielle skader og økonomiske omkostninger ved ekstremregn fremadrettet bliver mindre. Yderligere viden om eksempler på relevante initiativer kan bl.a. findes på klimatilpasning.dk.

Herudover har redningsberedskabet i de seneste år investeret i yderligere materiel til brug ved den akutte afhjælpende indsats, som kan reducere konsekvenserne der, hvor klimatilpasningstiltag implementeret af andre myndigheder og private aktører ikke måtte slå til. Det drejer sig bl.a. om mere og kraftigere lænsepumpeudstyr, sandsækkefyldere og mobile dæmninger (såkaldte 'water tubes').

Eksempler

Et skybrud over Gråsten og omegn den 20. august 2007 er sandsynligvis den kraftigste, kortvarige nedbørshændelse i Danmark siden 1877. DMI's målere gik fri af den værste nedbør, men en nyligt nedlagt målestation, registrerede 142 mm nedbør på ca. 1½ time ved Fiskbæk 2 km

fra Gråsten. En radarestimation indikerede 152,6 mm ved Fiskbæk og en maksimal 10-minutters nedbørmængde på 53 mm. Det er ekstreme værdier, og DMI betegnede hændelsen som en 'konvektiv bombe' – et kort, ekstremt kraftigt og helt lokalt bygeområde, hvor langt hovedparten af regnen faldt over et kuperet terræn. Ingen kom til skade, men en jernbanedæmning blev undermineret, så sporene var frit svævende. Et tog nåede kun lige at passere dæmnings svage punkt, inden den brød sammen. Ved Adsbøl blev et stykke vejbane skyllet væk, og flere andre veje måtte afspærres. Udover regnen medførte kraftige vindstød og store hagl mange materielle skader, og der blev registreret ca. 1.000 lynnedslag, som forårsagede strømafbrydelser og en gårdbrand.

Selvom Gråsten-skybruddet meteorologisk set var det voldsomste i nyere tid, blegner dets konsekvenser ved sammenligning med det skybrud, som ramte Storkøbenhavn lørdag aften den 2. juli 2011. Skybruddet opstod ved en meteorologisk set usædvanlig eksplosiv udvikling af tordenbyger på vej over Øresund. DMI havde i løbet af dagen opdateret en melding om risiko for skybrud over Sjælland, men opgradering til et egentligt varsel skete under et kvarter før skybruddet gik i land i en sydvestlig bane hen over Storkøbenhavn. Hovedmængden af regnen faldt på halvanden til to timer i kombination med store hagl og tusindvis af lynnedslag. Områder i det centrale København blev hårdest ramt, hvor mange målinger lå over 80 mm, men fra Lyngby i nord, til Taastrup i vest, og til Greve i syd faldt der over 30 mm. I Botanisk Have blev målt 135,4 mm, hvilket er den højeste registrerede værdi i Storkøbenhavn i mindst 65 år. Ved Landbohøjskolen blev nedbørintensiteten målt til 4,5 mm på ét minut og ved Ishøj Varmeværk til 31 mm på 10 minutter og 63 mm på 30 minutter. Der er aldrig før officielt målt så høje 1, 10, og 30 minutters intensiteter i Danmark. Konsekvenserne er opsummeret i kapitlets indledende tekstboks.

Den 15.-16. oktober 2014 blev store dele af det østlige Nordjylland ramt af et ekstraordinært

kraftigt og langvarigt regnvejr. Ved DMI's målestation i Lendum faldt der 148,1 mm på to døgn, og enkelte steder faldt der over 100 mm regn på et døgn. Det medførte omfattende oversvømmelser af bygninger, veje og jernbanestrækninger samt underminering af vejunderføringer og jernbanedæmninger. I Vendsyssel, især omkring Hjørring og Frederikshavn, var oversvømmelserne de værste i årtier, og reparationerne varede over en måned.

I november 2015 faldt der næsten dobbelt så meget regn som normalt (171 mm mod 94 mm), over dele af Midt- og Vestjylland. Regnmængden ledte til højvande i Storå ved Holstebro, men ikke til oversvømmelser af byen. Efter lang tids regn var jorden dog så mættet, at yderlige 32 mm nedbør, som faldt den 5.-6. december i oplandet

af Storå, ikke kunne absorberes. Det resulterede i, at hovedparten af vandet strømmede til Storå, som få dage efter medførte kraftige oversvømmelser i Holstebro.

Februar 2020 var den vådeste februar måned siden DMI startede registreringer i 1874. Den relativt jævne regn over en lang periode, hvor fordampningen samtidig var lav, medførte udbredte problemer med oversvømmelser fra åer og vandløb, der opsamlede regnvand fra omkringliggende marker mv. Dette gjorde sig særligt gældende i Syd- og Midtjylland, hvor fx vandmasserne i Ribe Å førte til digebrud og oversvømmede veje, samt oversvømmelser omkring Silkeborg fra Gudenåen. Flere steder på tværs af Jylland advarede myndighederne om risiko for akvaplaning efter flere trafikuheld.

Hvad nu hvis...

... store dele af Østjylland rammes af en sammenfaldende hændelse med koblede nedbørshændelser og en stormflod. Det har i en længere periode regnet så meget, at jorden er helt mættet, og vandløbene har svært ved at aftage og føre den fortsatte nedbør væk. Flere steder går vandløbene over deres breder, men oversvømmer hovedsageligt marker og mindre veje.

Efter knap en uges tid med tiltagende oversvømmelser fra vandløbene indtræffer der en storm med middelvindstyrke på 25,5 m/s samt en stormflod i Randers Fjord. Selvom stormfloden er relativt begrænset, bevirker den, at vandet fra Gudenåen og øvrige vandløb ikke kan løbe ud i havet, men i stedet stuves op i vandløbene. Det resulterer i massive oversvømmelser inde i landet

samtidig med, at fjordbyerne må kæmpe for at holde vandet tilbage. Arbejdet med at sikre fjordbyerne vanskeliggøres af, at flere af redningsberedskabets kapaciteter allerede er taget i brug ved de vandløb, der tidligere på ugen flød over deres breder. Desuden betyder kombinationen af de to hændelser, at oversvømmelserne rammer andre steder, end man er vant til og forberedt på.

HØJVIRULENTE SYGDOMME



COVID-19 pandemien

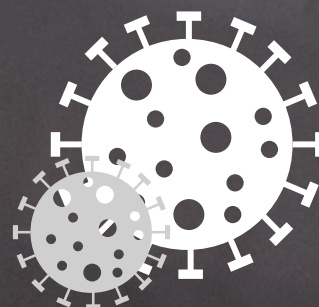
I slutningen af 2019 brød en virussygdom (navngivet COVID-19) ud i Kina, og knap to uger inde i 2020 delte de kinesiske myndigheder gensekvensen med resten af verden. Det viste sig at være et nyt coronavirus (navngivet SARS-CoV-2), og der var derfor stor usikkerhed mht. karakteristika, spredning, smitsomhed og dødelighed. Frem til slutningen af januar 2020 vurderede de danske sundhedsmyndigheder, at risikoen for varig smittespredning i Danmark var lav. Sygdommen spredte sig dog hurtigt, og den 30. januar 2020 erklærede WHO en international nødsituation. I Danmark blev første tilfælde registreret den 27. februar 2020, og derefter steg antallet stødt – primært blandt skiturister hjemvendt fra Italien og Østrig. Den 7. marts 2020 blev der første gang konstateret smitte mellem personer internt i Danmark, og varig smittespredning blev en realitet.

Den 11. marts 2020 erklærede WHO en global pandemi. På det tidspunkt var der registreret over 118.000 tilfælde i 114 lande, heraf 514 i Danmark. Samme dag afholdt Statsministeren et pressemøde, hvor delvis nedlukning af samfundet blev iværksat. Sundhedsmyndighederne overgik fra inddæmnings- til afbødningsstrategi mhp. at begrænse og forsinke smittespred-

ning og derved undgå potentielt sammenbrud i sygehusvæsenet. Samtidig lancerede regeringen de første af mange økonomiske hjælpepakker.

Et år og 10 måneder senere – den 11. januar 2022 – var der i alt registreret over 1 mio. smittede og 3.408 dødsfald relateret til COVID-19 i Danmark*. På verdensplan var tallene over 308 mio. smittede og knap 5,5 mio. dødsfald. Hertil kommer andre sundhedsmæssige samt økonomiske og sociale konsekvenser af enorme dimensioner, som er set i takt med skiftevis stramninger og lempelser af restriktioner i Danmark og udlandet. Der blev med en aldrig tidligere set hastighed udviklet og godkendt vacciner, og vaccinationsindsatsen har været undervejs siden december 2020, men begrænset vaccineproduktionskapacitet, kompleks distribution af vaccinerne samt mutationer i SARS-CoV-2 virusset gør fortsat, at udsigten til pandemiens afslutning på verdensplan er uvis.

*Dødsfald relateret til COVID-19 defineres i Danmark som en person, der er død indenfor 30 dage efter påvist COVID-19-infektion. COVID-19 er ikke nødvendigvis den tilgrundliggende årsag til dødsfaldet.



Karakteristik

Højvirulente sygdomme betyder i denne sammenhæng sygdomme, der har evnen til at sprede sig let eller til at forårsage alvorlig skade på smittede personer. Årsagen til den enkelte sygdom kaldes et patogen, som typisk er enten et virus eller en bakterie.

Nogle patogener spredes fra menneske til menneske gennem luft, væske eller fysisk kontakt, og andre kan også spredes via en midlertidig bærer af smitten, som fx en myg eller et husdyr.

Et patogens evne til at sprede sig mellem individer og dets evne til at fremkalde alvorlige symptomer eller død hos det smittede individ er to separate elementer af virulens. Ét patogen kan sprede sig let og hurtigt iblandt en befolkning, dvs. epidemisk, men medføre relativt milde symptomer, alt imens et andet patogen kan kræve tæt og langvarig kontakt for at smitte, men være dødelig. Begge patogener og de sygdomme, som de forårsager, betegnes som højvirulente.

I en dansk sammenhæng kan højvirulente sygdomme opdeles i tre grupper:

1. Sjældne sygdomme i Danmark
2. Sygdomme med tilbagevendende forekomst i Danmark
3. Nye sygdomme

Den første gruppe dækker kendte sygdomme som stadig skaber problemer globalt, men som er udryddet eller sjældne i Danmark. Det er fx difteri, kolera, polio, mæslinger og tuberkulose.

Den anden gruppe er sygdomme med tilbagevendende og i nogle tilfælde hyppig forekomst i Danmark, bl.a. sæsoninfluenza, som skyldes forskellige typer influenzavira. Sæsoninflenzavira muterer hurtigt, og der opstår derfor løbende nye varianter af den. Mutationerne kan enten være mindre ændringer, som ses fra år til år (antigen drift), eller større ændringer (antigen skift).

Derudover er influenzavira også udbredt hos dyr som svin, fjerkræ og andre fugle, hvilket øger risikoen for, at influenzavira kan mutere, så de kan smitte fra dyr til mennesker. I disse tilfælde kan der dannes en virusvariant, som mennesker ikke på forhånd har nogen immunitet mod, og som kan smitte fra menneske til menneske. Hermed kan virus sprede sig frit i befolkninger og give anledning til verdensomspændende influenza-epidemier – såkaldt pandemisk influenza.

Selvom vi har et stort kendskab til influenzasygdomme, er håndteringen af nye typer influenzavira både vanskelig og ressourcekrævende. Det varierer, hvor alvorlige symptomer de forskellige vira medfører, og hvilke grupper der bliver hårdest ramt. Uanset om den nye type virus er særligt virulent eller ej, gælder det, at udarbejdelse af en særligt tilpasset vaccine til hver type af virus er et vigtigt redskab i håndteringen af sygdomsudbruddet.

Den tredje gruppe – nye højvirulente sygdomme – dækker sygdomme, som enten optræder epidemisk eller pandemisk for første gang, eller er genkomst af en gammel sygdom, som ikke har været udbredt i mange årtier. Måske optræder patogenet i en tilpasset form, eller måske har noget ændret sig i befolkningens modstandsdygtighed over for patogenet, så sygdommen kan få en kraftig fremgang.

Til denne gruppe hører bl.a. sygdomme fremkaldt af nye varianter af coronavirus (CoV). Eksempler i nyere tid inkluderer:

- SARS-CoV-1, som i 2002-2003 forårsagede over 8.000 tilfælde af sygdommen SARS (Svær Akut Respiratorisk Syndrom) og knap 800 dødsfald i 37 lande (ingen i Danmark).
- MERS-CoV, der blev opdaget i 2012 og har ført til over 2.500 tilfælde af sygdommen MERS (Mellemøstlig Respiratorisk Syndrom) og knap 1.000 dødsfald i 27 lande (ingen i Danmark).

- SARS-CoV-2, der i 2019 forårsagede pandemien med sygdommen COVID-19, og som pr. 11. januar 2022 havde medført over 308 mio. smittede og knap 5,5 mio. dødsfald fordelt over hele verden (heraf over 1 mio. smittede og 3.408 dødsfald i Danmark).

Forekomst

Den første af ovennævnte grupper – de sjældent forekommende højvirulente sygdomme – udgør ikke umiddelbart en større risiko i Danmark. Det skyldes flere forhold, bl.a. at befolkningens generelle hygiejnestandard er høj, boligforholdene er gode, og sundhedssektoren er velfungerende. Danmark har derudover et effektivt børnevaccinationsprogram, som er den vigtigste årsag til, at de fleste af disse højvirulente sygdomme forekommer meget sjældent. Dertil kommer, at sundhedsmyndighederne generelt nyder stor tillid blandt befolkningen, hvilket har stor betydning for efterlevelsen af de anbefalinger, der gives.

Tilslutningen til det danske vaccinationsprogram, herunder fx børnevaccinationsprogrammet, er høj og stigende. Selv mindre fald i tilslutningen ville dog potentielt kunne mindske den såkaldte 'flokimmunitet' og genintroducere en sårbarhed over for sygdomme, som ellers ikke er udbredte i Danmark. Flokimmunitet er et udtryk for, at den del af befolkningen, som af forskellige grunde ikke er vaccineret mod en given sygdom, alligevel er beskyttet af det forhold, at sygdommen ikke kan florere i befolkningen pga. den samlede immunitet i befolkningen. Jo mere smitsom sygdommen er, jo højere tilslutning til vaccinationsprogrammet vil være påkrævet for at opnå flokimmunitet. Manglende tilslutning til vaccinationsprogrammer kan på den måde kompromittere kontrollen med ellers velkendte højvirulente sygdomme, som kan bryde ud på ny og forårsage stor skade.

Den anden gruppe – tilbagevendende højvirulente sygdomme – er der typisk flest tilfælde af i vintermånederne, bl.a. fordi flere opholder sig tættere sammen indendørs. Eftersom årstiderne falder omvendt på Jordens nordlige og sydlige halvkugle, betyder dette, at lande, der ligger

langt syd for ækvator, har influenzasæson i det danske sommerhalvår. Her kan et virus mutere til nye typer, der således har ændrede egenskaber, når den vender tilbage til de nordligt beliggende lande.

Denne sæsonbetingede bevægelse af influenza overvåges tæt i Danmark og af EU og FN's Verdenssundhedsorganisation (WHO), og det er i nogen grad muligt at komme nye varianter af vira i forkøbet med en vaccine. Den vaccine, som udvikles forud for den kommende influenzasæson, fremstilles dog på baggrund af formodninger om egenskaber ved den nye virus, der vil komme i omløb, og den giver derfor ikke altid fuld beskyttelse. Hver vinter stiger influenzaforekomsten i perioder af 6-10 ugers varighed, hvor typisk 5-10 pct. af den danske befolkning smittes. Omtrent hvert fjerde år, statistisk set, ses sæsoninfluenza at smitte omkring 20 pct. af befolkningen, hvorved sygdommen har givet anledning til en epidemi.

Indimellem opstår der helt nye former for influenzavira, som ingen mennesker har immunitet overfor. Disse kan sprede sig globalt, uanset årstid, og føre til en decideret pandemi. Pandemisk influenza er historisk set forekommet tre til fire gange hvert århundrede, senest i 2009-2010 i form af "svineinfluenza".

Nogle influenzatyper findes primært i dyr som fx svin eller fugle, men kan i sjældne tilfælde smitte mennesker. Dette kender vi særligt fra Asien, hvor nogle fugleinflenzavira har givet anledning til alvorlig sygdom hos mennesker. Særligt for fugleinfluenza er, at den let kan rejse over store afstande via migrerende vildfugle, som kan sprede patogenet blandt bestande af tamfugle, der er i tættere kontakt med mennesker. I efteråret 2020 begyndte det højpatogene fugleinflenzavirus H5N8 at cirkulere blandt vildfugle og tamfugle i Europa – herunder også Danmark – og i februar 2021 blev der for første gang registreret tilfælde, hvor mennesker var smittet med H5N8 af fugle på en fjerkræsfarm i Rusland. Da der ikke er set smitte fra menneske til menneske, er det imidler-

tid ikke sandsynligt, at H5N8 virusset ville kunne forårsage en influenzapandemi.

Den tredje gruppe – udbrud af nye sygdomme – forekommer også med jævne mellemrum. Det skyldes primært den almindelige og konstante mutation af eksisterende mikroorganismer, som nogle gange udmønter sig i særligt højvirulente variationer. Eksempler herpå er, som nævnt, de nye varianter af coronavirus (CoV), der forårsagede den igangværende COVID-19 pandemi, MERS udbruddene i 2012 og SARS-pandemien i 2002-2003.

Endelig bør det nævnes, at meget dødelige (men ikke meget smitsomme) blødningsfebre som ebola og marburg-virussygdom hidtil ikke er forekommet i Danmark. Skulle enkelte tilfælde forekomme ifm. indrejse fra andre dele af verden, ville de sandsynligvis ikke kunne sprede sig vidt pga. gode betingelser for diagnosticering og håndtering (isolering, behandling, smitteopsporing, hygiejne mv.) i det danske sundhedsberedskab.

Konsekvenser

Højvirulente sygdomme har direkte konsekvenser for liv og helbred hos dem, der rammes. Hvilke grupper af befolkningen, der særligt smittes, dødeligheden, den samlede udbredelse og konsekvenser for samfundet i øvrigt, afhænger af flere parametre.

Et parameter er patogenets egenskaber, der bl.a. dækker over, hvordan og hvor meget den smitter samt sygdommens alvorlighed og dødelighed. Den tilbagevendende sæsoninfluenza smitter fx via dråbesmitte og varer typisk under en uge efterfulgt af 1-2 uger med hoste, træthed og nedsat fysisk formåen. Længere og alvorligere forløb kan imidlertid opstå, hvis virusinfektionen angriber lungerne direkte eller baner vej for en bakterieinfektion. Hvert år dør i gennemsnit ca. 1.000-2.000 personer i Danmark af komplikationer som følge af sæsoninfluenza. Her er primært tale om en overdødelighed blandt kronisk syge patienter og ældre, men der kan også være betydelig sygdomsbyrde blandt børn og unge voksne, idet de ikke som de ældre har opbygget immunitet via en tidligere eksponering af et lignende patogen. En nyfremkommen sygdom kan have egenskaber, som gør den anderledes og mere virulent end almindelig influenza. Det gælder både alvorsgraden af symptomer/dødelighed og udbredelsen. Særligt sygdomme, der smitter før eller helt uden, at en smittebærer selv udviser symptomer, kan være svære at kontrollere.

Et andet parameter, der påvirker, hvor længe sygdomsudbruddet varer, og hvor meget smitten spredes, er befolkningens adfærd – særligt i hvor høj grad sundhedsmyndighedernes anvisninger følges. De vil typisk handle om, hvilke symptomer man skal være opmærksom på, forholdsregler angående omgang med andre mennesker samt råd til at minimere smittespredning, såsom at vaske hænder eller bruge håndsprit og grundig rengøring.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppighed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Et tredje parameter, der kan påvirke omfanget og typen af konsekvenser, er hvilken politisk strategi, der vælges for håndteringen af sygdommen. Det kan fx omhandle indførelse af restriktioner på større forsamlinger, midlertidig nedlukning af visse institutioner og erhverv eller den valgte smitteopsporingsstrategi, teststrategi og vaccinationsstrategi.

En alvorlig pandemi kan – afhængigt af ovenstående tre parametre – sætte hele samfundet under et betydeligt pres. Det gælder særligt sundhedssektoren, hvor der kan forventes en kraftig stigning i antallet af lægekonsultationer, indlæggelser, intensivbehandlinger mv. Et større antal smittede, som oplever komplikationer, vil kræve behandling, og endnu flere kan forventes at søge hjælp, fordi de frygter at have fået alvorlige følgesygdomme. Samtidig risikerer sundhedspersonalet også at blive smittet, hvorved kapaciteten i sundhedssektoren reduceres. Dertil kommer opgaven med at opspore smitekæder og isolere smittebærere. På længere sigt kan en pandemi også lægge beslag på ressourcer i sundhedssektoren, hvis sygdommen medfører senfølger, som kræver behandling.

Herudover kan den generelle sundhed påvirkes negativt, idet en pandemi kan medføre kapacitetsproblemer i sundhedsvæsenet ift. behandlingen af andre almindeligt forekommende sygdomme. Almindelige undersøgelser og behandlinger kan således blive udskudt for at gøre plads til behandling af akut syge og dermed forlænge såvel sygdomsperiode som ventelister. I perioder med nedlukning, social distancering og hjemsendelse fra skoler, uddannelser og arbejdspladser kan der også opstå mistrivsel eller depression blandt befolkningen. Bekymringer om fremtid, familie og jobsikkerhed har stor indflydelse på borgernes generelle mentale sundhed og resiliens.

På arbejdspladser generelt kan pandemier medføre et betydeligt personalefravær, da mange ansatte er syge eller bliver hjemme for at passe syge eller karantæneramte familiemedlemmer. Der kan også være indført krav, regler og anbe-

falinger vedr. nedlukning, hjemsendelse, rejserestriktioner mv. Den øgede mangel på, og usikkerhed om, personalekapacitet kan betyde risiko for forsyningsafbrydelser i samfundsvigtige funktioner.

Ydermere kan der politisk være truffet beslutninger, der i højere eller lavere grad påvirker arbejdsgangene i bestemte erhverv eller hele sektorer, eksempelvis foramlingsforbud, hjemsendelse og begrænsninger i rejsefriheden over nationalgrænser for at mindske smittespredning. Hindringer i arbejdskraftens fri bevægelighed kan føre til produktionstab i flere sektorer og dermed mangel på serviceydelser, fx rengøring på hospitaler, slagtning af dyr og fødevarerproduktion. Nedlukninger af hele brancher, som fx liberale erhverv, koncert- og festivalbranchen eller hotel- og restaurationsbranchen kan i sidste ende føre til et øget niveau af afskedigelser og konkurser. Turismeindustrien kan rammes særligt hårdt af både indrejseforbud for danskere til andre lande og indrejseforbud for udlændinge til Danmark.

Globale forsyningskæder kan blive generelt påvirket af omfattende nedlukninger og begrænsninger i transportkapacitet, herunder civil luftfragt. Der kan opstå mangel på produkter, såsom værnemidler, håndsprit og bestemte lægemidler. Det kan igen påvirke sundhedssektoren, men også andre sektorer, der har med særligt sårbare grupper at gøre, fx plejesektoren, eller sektorer, der almindeligvis benytter værnemidler, fx redningsberedskabet eller fødevarerindustrien. Der kan også opstå mangel på varer, der ikke nødvendigvis indgår som en del af pandemibekæmpelsen. Reduceret luftfragtskapacitet kan fx mindske muligheden for hurtigt at få tilført specialiserede reservedele eller kritiske komponenter fra fjerne markeder.

I tillæg hertil kan en længere periode med opbremsninger i produktion, usikkerhed og uforudsigelighed mere generelt påvirke erhvervslivets efterspørgsel og udbud af varer eller ydelser, som dermed også kan ramme andre brancher med beskæftigelsesnedgang og konkurser. Højvirulen-

te sygdomme kan dermed medføre enorme og langvarige konsekvenser for samfundsøkonomien. Eventuelle statslige økonomiske hjælpepakker til ramte brancher og erhverv kan løbe op i milliardbeløb.

denhed skaber grundlag for en hurtig spredning af patogener og dermed potentialet for nye pandemier. Det betyder også, at sygdomme, som normalt ikke optræder i Danmark, pludseligt kan gøre det alligevel.



Fremkomsten af nye højvirulente sygdomme (eller genkomsten af gamle efter lang tids fravær) kan også være knyttet til ændringer i befolkningens sammensætning, adfærd, arealanvendelse, fødekilder, omgang med dyr mv., som dels kan medføre svækket modstandsdygtighed, dels bringe os i kontakt med nye patogener. Samtidig betyder urbaniseringen, at mennesker verden over i stadigt stigende grad bor tættere sammen i byerne, hvilket øger risikoen for smittespredning.

Ændringer i klimaforhold kan også påvirke livsbetingelserne for insekter og dyrs sæsonbetingede migrationsmønstre og betyde, at visse vektorbårne sygdomme kan brede sig til områder, hvor de ikke tidligere har været. En vektor er en smittebærer, der bærer et patogen fra én levende organisme til en anden, fx til et menneske. Eksempler på vektorer kan være myg, lus og flåter.

Tendenser

Der kommer med sikkerhed en ny pandemi, men ingen kan sige hvornår, hvilket patogen, der vil forårsage den, hvor alvorlig den bliver, hvilke befolkningsgrupper, der vil være i størst risiko for alvorlig sygdom og død eller hvilke midler, der vil vise sig mest effektive i bekæmpelsen af pandemien nationalt og internationalt.

I dag er store dele af verden tæt forbundne, og især med den internationale lufttrafik flyttes mennesker og varer i stort omfang hurtigt rundt på kloden. Selvom der skete et stort fald i transnational turisme og erhvervsrejser i 2020-2021 pga. COVID-19, forventes tendensen med øget rejseaktivitet at fortsætte. Den globale forbun-

Eksempler

Historiens mest berygtede højvirulente sygdom er pesten, forårsaget af bakterien *Yersinia pestis*. Under det værste af mange udbrud i Middelalderen anslås det, at op mod halvdelen af Europas befolkning døde. Der findes ingen eksakte tal for Danmark, men det anslås, at 30-40 pct. af befolkningen døde under det første og værste udbrud i 1349-1350. Ved efterfølgende udbrud døde knap så mange, efterhånden som man blev bedre til at imødegå epidemierne med karantæner. Den sidste pestepidemi ramte Danmark i 1711.

Selvom der eksisterer beretninger om omfangsrige influenzalignende udbrud tilbage fra 1500-tallet, blev det først sent i det 19. århundrede muligt biologisk at dokumentere influenzalignende



pandemier. De seneste 100 år har der været fire egentlige influenzapandemier (alle forårsaget af influenza A virussubtyper), der også har påvirket Danmark:

- Den Spanske Syge i 1918-19 (H1N1)
- Asiatisk Influenza i 1957-58 (H2N2)
- Hongkong Influenza i 1968-70 (H3N2)
- Svineinfluenza i 2009-10 (H1N1 pdm09)

Af disse fire influenzapandemier var den Spanske Syge den mest katastrofale. Det skønnes, at omkring 1/3 af verdens befolkning blev smittet, og at 10-20 pct. af de smittede døde, hvilket svarer til 3-6 pct. af den daværende befolkning, eller mellem 50 og 100 mio. mennesker. Sygdommen dræbte med stor hast og ramte usædvanligt hårdt blandt unge og yngre voksne. Ca. 80 pct. af de døde var mellem 15 og 45 år. I Danmark skønnes det, at over 14.000 mennesker døde.

Af andre eksempler på højvirulente sygdomme kan nævnes AIDS, forårsaget af HIV (human immunodefekt virus), der fra starten af 1980'erne og frem har krævet utallige dødsofre på verdensplan. Siden et gennembrud i behandlingen af HIV i 1996 er antallet af dødsofre dog stagnere, særligt i de vestlige lande, men først i 2019 vurderede Statens Serum Institut på baggrund af de seneste års data om nydiagnosticerede HIV-smittede i Danmark, at kurven så ud til at være knækket.

Senest har COVID-19 pandemien siden starten af 2020 påvirket det meste af verden dramatisk. I Danmark afholdt statsministeren den 11. marts 2020 (samme dag som WHO erklærede COVID-19 for en pandemi) et pressemøde og bebudede nedlukning af store dele af Danmark, herunder skoler, offentlige arbejdspladser, kulturinstitutioner mv. samt en skærpelse af begrænsningen på forsamlinger for at forebygge smittespredning i samfundet. Over de næste par dage frarådede Udenrigsministeriet ikke-nødvendige rejser til hele verden, og de danske grænser blev lukket for indrejser uden et 'anerkendelsesværdigt formål'.

I tiden siden marts 2020 er forskellige restriktioner skiftevis lempet og skærpet i takt med smitteudviklingen i Danmark.

Der opstod endvidere forskellige mutationer af SARS-CoV-2 virusset. Varianten Alpha (B.1.1.7 – første gang beskrevet i Storbritannien) viste sig at være betydeligt mere smitsom end den oprindelige virus. Den blev introduceret i Danmark i slutningen af 2020 og udgjorde allerede i februar 2021 over 60 pct. af den samlede smitte i Danmark. Andre varianter inkluderer Beta (B.1.351 – første gang beskrevet i Sydafrika), Gamma (P.1 – første gang beskrevet i Brasilien), Delta (B.1.617.2 – første gang beskrevet i Indien), som kom til Danmark i foråret 2021 og henover sommeren blev den dominerende variant. I november 2021 blev Omikron (B.1.1.529 – første gang beskrevet i Sydafrika) registreret i Danmark, og havde ved udgangen af 2021 afløst Delta som den dominerende variant.

Eftersom COVID-19 pandemien ved udgivelsen af denne publikation ikke er afsluttet, er det ikke muligt at opgøre de mangeartede sundhedsmæssige, økonomiske og sociale konsekvenser i Danmark til fulde. Dog blev det allerede tidligt i forløbet tydeligt, at alle dele af samfundet ville blive berørt i større eller mindre grad. Eksempelvis blev der i marts og april 2020 gennemført 52.000 færre operationer end i perioden året før grundet omlægning af sundhedsvæsnets ressourcer for at kunne modtage et potentielt stort antal COVID-19 patienter samtidigt.

Myndighederne begyndte ultimo december 2020 at vaccinere de første danskere med nyudviklede vacciner mod SARS-CoV-2. I juni 2021 var der tydelige effekter af vaccinationsprogrammet med nedsat sygelighed og dødelighed i befolkningen blandt personer især over 50 år. Status for vaccinationsindsatsen pr. 11. januar 2022 var, at godt 4,8 mio. personer i Danmark havde fået første vaccination, knap 4,7 mio. havde fået anden vaccination, og knap 3,2 mio. var blevet revaccineret med 3. stik.

Som følge af den høje vaccinetilslutning og vurderingen af, at smittespredningen var under kontrol i Danmark, blev de sidste COVID-19 restriktioner fra genåbningsaftalen i juni 2021 ophævet den 10. september 2021 – 548 dage efter den første nedlukning. I løbet af december 2021 førte

den hastige udredelse af Omikronvarianten dog til, at Folketingets Epidemiudvalg – på baggrund af indstillinger fra Epidemikommisionen – vedtog nye aktivitetsdæpende restriktioner, som trådte i kraft den 19. december 2021.

Hvad nu hvis...

... COVID-19 er inddæmmet i Danmark, samfundet er fuldt ud genåbnet, rejser frarådes ikke længere, og befolkningen lever livet som normalt. Pludselig konstateres der eksempler på smitte fra menneske til menneske med en ny type influenza A virus (svineinfluenza G4 variant) med ukendt ophav i vilde eller tamme dyr. Det viser sig, at virusset ikke blot

er ekstremt smitsomt, men også mere behandlingskrævende, og fører til et højere antal alvorlige sygdomsforløb og dødsfald, end det var tilfældet med SARS-CoV-2 og senere coronavirusvarianter. Sygdom forårsaget af den nye influenzavirus er – usædvanligt og i modsætning til COVID-19 – alvorligere blandt unge og yngre voksne. I Danmark og det øv-

rige Europa udbreder den nye sygdom sig eksplosivt, sygehusene begynder at blive fyldt med alvorligt syge patienter, og dødstallet stiger eksponentielt. Udviklingen af de første vacciner sker ligesom under COVID-19 pandemien relativt hurtigt, men influenzaviruset muterer meget hurtigt, hvilket påvirker vaccinerne effektivitet.

HUSDYR- SYGDOMME

Fugleinfluenza H5N8 udbruddene i sæson 2020/2021



Den 30. september 2020 udsendte det europæiske center for sygdomskontrol (ECDC) en advarsel om flere udbrud af højpatogen fugleinfluenza H5N8 i det vestlige Rusland og Kasakhstan. Sygdommen blev ifm. efterårets fugletræk bragt til Danmark og flere andre europæiske lande, hvilket førte til aflivninger af millioner af fugle. I Danmark blev de første tilfælde påvist i november 2020, og i marts 2021 konstaterede Fødevarestyrelsen, at det var det største udbrud af fugleinfluenza nogensinde i Danmark. Ca. 195.000 høns, kalkuner, gæs, ænder, fasaner og andre fjerkræ blev aflivet på 16 besætninger landet over fra november 2020 til juli 2021.

Udover dyrevelfærdsmæssige konsekvenser og omkostninger for avlere og følgeerhverv, førte udbruddene til et ekstraordinært ressourcetræk for Fødevarestyrelsen og for Beredskabsstyrelsen, som assisterede med rensning og logistik ved aflivningsindsatserne samt indsamling af mange hundrede døde, vilde fugle mhp. monitorering af smitteudbredelse. Ressourcetrækket forværredes af, at flere af indsatserne forekom i samme periode som det første udbrud af fiskesygdommen

infektiøs hæmatopoietisk nekrose (IHN) i Danmark, samt håndteringen af COVID-19 smittespredningen på minkfarme i Danmark.

De russiske myndigheder rapporterede i februar 2021 til WHO om de første kendte tilfælde, hvor H5N8 var blevet overført fra fugle til mennesker. Det drejede sig om ca. syv personer, som alle var involveret i aflivning og håndtering af døde, syge fugle. De havde dog ingen eller kun milde symptomer, og der var ingen indikationer på smitterisiko fra menneske til menneske. Risikoen for smitte til den almene befolkning – og dermed for en pandemi tilsvarende fugleinfluenza H5N1-pandemien i 2008 – blev derfor også vurderet som meget lav af både WHO og ECDC.

I august 2021, generhvervede Danmark sin status i den internationale dyresundhedsorganisation OIE, som et land uden fugleinfluenza. I efteråret 2021 kom højpatogen fugleinfluenza H5N1 dog igen til Danmark, og 2021/2022 sæsonen har (med aflivning af godt 228.000 fugle på 8 besætninger pr. 10. januar 2021) overgået 2020/2021 sæsonen.



Karakteristik

Produktion af husdyr og fødevarer kan blive påvirket af udbrud af en række alvorlige, smitsomme sygdomme blandt dyr. Nogle sygdomsudbrud kan være begrænsede til en specifik dyreart, mens andre kan sprede sig imellem arter. Når antallet af smittede dyr stiger drastisk, kaldes et sygdomsudbrud for en epidemi eller en 'epizootisk' udvikling.

Husdyrsygdomme er primært en trussel for dyrebesætningen selv, men i visse tilfælde kan sygdomme smitte mellem enten levende eller døde dyr og mennesker. En sådan sygdom betegnes som en 'zoonose'. En zoonose, der gør mennesker syge, gør ikke nødvendigvis dyr syge. Dyr kan altså være smittebærere uden selv at udvise symptomer. Visse zoonoser fører dog til alvorlige symptomer hos både dyr og mennesker.

Den danske landbrugsindustri har stort fokus på fødevarer sikkerhed og kvalitetskontrol. Danmark er omfattet af regulering fra EU, der er tilpasset danske forhold og udmøntet i dansk lovgivning. Danmark arbejder også tæt sammen med OIE (World Organisation for Animal Health) om at sikre høje standarder for dyresundhed. Givet omfanget af den danske husdyrproduktion og den relative tæthed af besætningerne kan sygdomsudbrud, afhængigt af spredningsmetoden, imidlertid sprede sig hurtigt trods en bestandig indsats for at mindske risikofaktorerne.

I alt er der i Danmark anmeldeligt på 87 husdyrsygdomme, der skal meldes til Fødevarestyrelsen enten ved mistanke eller ved påvisning afhængigt af sygdommens alvorlighed. Siden den 17. juli 2020 er COVID-19 tilføjet listen.

Forekomst

Der findes adskillige alvorlige smitsomme husdyrsygdomme, der endnu aldrig har været konstateret i Danmark. Der er dog også en række alvorlige husdyrsygdomme, som med jævne mellemrum forekommer eller har forekommet i Danmark eller tæt på Danmark, og dermed udgør en væsentlig risiko for den danske husdyrproduktion.

Dette gælder særligt højpatogen fugleinfluenza, mund- og klovesyge, klassisk svinepest samt afrikansk svinepest.

Fugleinfluenza (aviær influenza) er en smitsom virusinfektion, som kan angribe alle fuglearter, og som forårsages af influenza A-virus. Fugleinfluenza kan inddeles i to grupper: højpatogen fugleinfluenza (som medfører en særdeles alvorlig sygdom) og lavpatogen fugleinfluenza (som medfører mildere sygdom hos fjerkræ). Begge typer ses med jævne mellemrum i Danmark. Lavpatogen fugleinfluenza har evnen til at kunne ændre sig til den højpatogene type, hvorfor fjerkræflokke smittet med lavpatogen fugleinfluenza vil blive aflivet af de veterinære myndigheder. Vilde fugle, især trækkende vandfugle, kan sprede smitten over forskellige landsdele og på tværs af landegrænser. Vilde fugle i Europa er nu blevet et reservoir for højpatogen fugleinfluenza året rundt. Mennesker samt andre dyrearter end fjerkræ som fx svin kan også blive smittet med fugleinfluenza.

Mund- og klovesyge er en alvorlig smitsom virus sygdom, der kan smitte alle arter af kvæg, svin, vilde drøvtyggere samt får og geder. Sygdommen kan smitte ved direkte kontakt fra dyr til dyr, via luften, men også via sekreter fra smittede dyr. Smittede dyr kan udskille virus op til flere dage, før symptomer med blæredannelse viser sig. Transportmidler eller mennesker, der har været i kontakt med smittede dyr, kan også overføre virus. Der har ikke været konstateret mund- og klovesyge i Danmark siden 1983, men der sker sporadiske udbrud i EU, senest i Bulgarien i 2011. Infektionen kan ikke overføres til mennesker.

Klassisk svinepest og afrikansk svinepest er virussygdomme, som kan smitte alle svineracer, både tamsvin og vildsvin. Smitten overføres i den enkelte besætning fra dyr til dyr ved direkte kontakt samt ved indirekte kontakt gennem fx strøelse, foder og vand. Smitte mellem besætninger kan bl.a. ske ved handel med grise eller via personer, der har været i kontakt med smittede dyr. Mennesker kan ikke smittes med svinepest.

Forekomst af svinepest blandt vildsvin kan give anledning til overførsel af smitte til tamsvin, hvor der ikke er tilstrækkelig smittebarriere mellem disse. Dette er en medvirkende årsag til, at afrikansk svinepest har været et stort problem i Europa i en årrække, samt genstand for drøftelser gennem de seneste år i Danmark om indvandrende vildsvin fra Tyskland. I 2021 blev der konstateret udbrud af afrikansk svinepest blandt vildsvin eller i grisebesætninger i 10 EU lande, herunder Tyskland, hvor sygdommen i november 2021 ramte en besætning med tamgrise ved Rostock blot 236 kilometer fra den danske grænse. Afrikansk svinepest ventes at spredes til større områder og flere lande i Europa de kommende år.

Danske akvakulturer, dvs. opdræt af fisk, skaldyr og andre organismer i vand, kan også rammes af sygdom. I maj 2021 blev der erklæret udbrud af fiskesygdommen infektiøs hæmatopoietisk nekrose (IHN) i Danmark. Det var første gang nogensinde, sygdommen er konstateret i Danmark, og i alt ramte sygdommen 8 dambrug og tre fiske søer i 2021. IHN er dødelig for fisk, men kan ikke smitte til mennesker.

Konsekvenser

Husdyrsygdomme kan have alvorlige sundhedsmæssige konsekvenser for både dyr og mennesker. Sundhedskonsekvenserne for mennesker, som rammes af en zoonotisk husdyrsygdom, behandles i kapitlerne om højvirulente sygdomme samt vand- og fødevarebårne sygdomme.

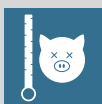
Sundhedskonsekvenserne for smittede dyr kan variere fra milde symptomer til udbredt dødelighed. Selv husdyrsygdomme, der ikke er direkte dødelige, kan resultere i permanente skader på dyrene. Da spredningsrisikoen for de alvorligt smitsomme sygdomme oftest er stor, betyder det, at besætninger må aflives, og at besætningsarealerne, hvor dyrene har gået, skal rengøres og desinficeres.

Udbrud af visse husdyrsygdomme kan derfor også have store økonomiske konsekvenser for de danske landmænd og andre erhverv, der er involveret i produktion og eksport af husdyr og relaterede fødevarer og dermed for samfundsøkonomien. Disse økonomiske konsekvenser kan bestå af tab af produktion, udgifter relateret til diagnose, behandling, aflivning, rengøring og desinfektion af kontaminerede besætningsarealer, midlertidige restriktioner på transport samt andre tiltag, der er rettet mod at inddæmme sygdomsudbruddet.

Dertil kommer, at langvarige udbrud kan optage betydelige ressourcer hos de myndigheder, der indgår i de forskellige processer omkring bekæmpelsen af sygdommen. Dette gælder særligt Fødevarestyrelsen, der har det overordnede ansvar for indsatser mod husdyrsygdomme, men også eksempelvis Beredskabsstyrelsen, der oftest vil assistere Fødevarestyrelsen ved større indsatser.

De direkte omkostninger til bekæmpelse af husdyrsygdomme kan således være høje, men vil typisk være mindre end de kommercielle omkostninger. Et eksempel herpå er estimeret udregnet af Danmarks Tekniske Universitet (DTU) på baggrund af simulerede udbrud af

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppeghed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

mund- og klovesyge i Danmark. Estimerne viser et fald i eksporten, der er ti gange større end omkostningerne ved at bekæmpe sygdommen gennem de undersøgte strategier. Estimerne viser yderligere, at det totale økonomiske tab pr. mund- og klovesygeepidemi kan variere mellem 3 og 8,5 mia. kr.

I tilfælde af udbrud af visse husdyrsygdomme i Danmark kan andre landes forbud mod import af relaterede danske fødevarer være omfattende og langvarige. Med en samlet fødevareeksport på over 150 mia. kr. årligt, hvilket svarer til 25 pct. af Danmarks samlede vareeksport, kan skadespotentialet derfor være stort, hvis der indføres importforbud mod bestemte danske dyr eller fødevarer.

Eksempelvis udgjorde eksport af levende svin og svinekød 35,8 mia. kr. i 2020, hvilket svarede til 5,1 pct. af Danmarks samlede vareeksport det pågældende år. De anslåede omkostninger ved et udbrud af afrikansk svinepest i Danmark er mellem 2 og 10 mia. danske kroner. Udbrud af

afrikansk svinepest i Tyskland fik i 2021 Fødevarestyrelsen til at rette en appel til alle, der kan medvirke til at hindre at smitte kommer til Danmark. Der er endvidere udarbejdet informationsmateriale og sat skilte op på danske rasteplasser, der minder om ikke at smide animalske fødevarer i naturen eller fodre det til grise.

Tendenser

I både Danmark og resten af Europa bliver der konstant arbejdet på at forbedre organiseret overvågning, forebyggende tiltag og bekæmpelse af sygdomsudbrud. Herudover styrkes samarbejdet mellem ansvarlige myndigheder og landbrugs- og fødevareindustrien løbende. Alligevel kan risikoen for introduktion af alvorlige, smitsomme husdyrsygdomme i danske husdyrsætninger og genintroduktion af allerede kendte sygdomme i Danmark øges i de kommende år.

På globalt niveau bidrager øget samhandel og internationalt samkvem samt væksten i husdyr- og fødevareproduktion for at mætte det stigende befolkningstal til en forhøjet risiko for, at smitsomme husdyrsygdomme spredes over landegrænserne. Den internationale omsætning af husdyr og animalske produkter er stigende. Sammen med en øget turisme og muligheden for at tage kæledyr med over landegrænserne, vokser risikoen ligeledes. Herudover præges landbruget bl.a. af flere og længere transporter af levende dyr, hvilket øger risikoen for smittespredning.

Mht. klimaforandringerne kan selv små stigninger i temperatur og fugtighed gøre det muligt for insekter at overleve i nye områder samt at formere sig eksplosivt i varme perioder. Især henover sommerhalvåret vil insekter kunne sprede eksotiske, smitsomme sygdomme til både dyr og mennesker. Eksempelvis har den vektorbårne virussygdom West Nile Fever siden 2008 bredt sig i Europa, og den blev i 2018 konstateret hos fugle og heste i Midt- og Nordtyskland. Der er således også en risiko for introduktion af sygdommen til Danmark.





Ligeledes bevirker højere vandtemperaturer om vinteren, at flere havbrug kan producere fisk hele året rundt. Det skaber nye risici med hensyn til udbrud af alvorlige smitsomme sygdomme blandt de opdrættede fisk, som fx viral hæmoragisk septikæmi (VHS), der blev erklæret udryddet i Danmark i 2013.

Der dukker desuden løbende nye vira og bakterier op forskellige steder i verden, og risikoen for at disse spredes, øges – i lighed med nuværende og kendte sygdomme – af den stigende bevægelse af dyr og mennesker på tværs af grænser.

Eksempler

I midten af 1960'erne, da viral hæmoragisk septikæmi (VHS, også kendt som 'Egtvedsyge') toppede i Danmark, var over halvdelen af de danske dambrug inficeret, svarende til ca. 300-400 dambrug. Sygdommen var i de følgende 50 år et stort problem for særligt ørreddambrug. Egtvedsygen er en virussygdom, der har en dødelighed på 20-95 pct. hos de fisk, som rammes af sygdommen, mens de overlevende fisk bliver immune smittebærere. Hver gang et dambrug inficeres, skal samtlige fisk derfor destrueres, og faciliteterne desinficeres. Det anslås, at sygdommen kostede dansk dambrugserhverv op mod 50 mio. kr. årligt fra midten af 1960'erne og frem til 2013, hvor sygdommen blev erklæret udryddet i Danmark.

Det seneste udbrud af mund- og klovesyge i Danmark fandt sted tilbage i 1982-83. Epidemien startede på Fyn i foråret 1982 og blev herefter overført til Sydsjælland via en fårebesætning, der blev flyttet. Udbruddet var det sidste i en mere omfattende epidemi, der havde sin oprindelse i Ukraine og spredte sig via Tyskland. Hændelsen medførte importrestriktioner fra bl.a. Japan, USA og Canada samt store økonomiske tab.

Storbritannien oplevede et alvorligt udbrud af mund- og klovesyge i 2001. Der blev konstateret i alt 2.030 udbrud og aflivet omtrent 6 mio. dyr, hvilket samlet set kostede Storbritannien omkring 40 mia. kr. Udløbere af udbruddet ramte også Irland, Frankrig og Nederlandene, og der var

mistanke om udbrud i Danmark, hvilket dog viste sig ikke at være tilfældet. Alligevel blev Danmark ramt af importrestriktioner, da bl.a. Japan, Rusland og USA indførte importforbud mod kød fra EU.

Bluetongue blev i mange år beskrevet som en vektorbåren sygdom begrænset til Sydeuropa, syd for 50. breddegrad. Sygdommen overføres af stikkende insekter og rammer kvæg, får, geder, hjorte og andre drøvtyggere. I oktober 2007 blev det første udbrud konstateret i Danmark, og i 2008 var der 15 udbrud i landet. Udbruddene betød, at der blev igangsat et omfattende vaccinationsprogram, der varede i årene 2008-2010. Det seneste udbrud af bluetongue var i november 2008, og Danmark blev erklæret fri for bluetongue i 2011.

I 2003 udbrød fugleinfluenza af den højpatogene type H5N1 i dele af Asien og bredte sig efterfølgende til Europa og Afrika. Udover at skabe problemer i fjerkræproduktionen udgjorde denne virus også en human trussel, og udbruddet endte med at koste flere hundrede dødsfald på verdensplan. Der var derudover frygt for, at fugleinfluenzaen ville kunne udvikle sig til et virus med pandemisk potentiale. I Danmark blev den højpatogene H5N1 konstateret tre år efter i 2006 hos både vilde fugle og i et hobbyfjerkræhold.

I 2016-2017 blev der fundet en anden variant af højpatogen fugleinfluenza (H5N8) blandt vilde fugle og hobbyfjerkræ i Danmark, og i 2018 blev også den nye højpatogene variant H5N6 konstateret. Her var Danmark det land i Europa, hvor der blev fundet flest smittede, døde vildfugle. Danmark blev i 2020/2021 igen ramt af H5N8 (se kapitlets indledende tekstboks) og i 2021/2022 af H5N1. Mellem den 1. november 2021 og 10. januar 2022 er foreløbigt ca. 228.000 høns, kalkuner, fasaner, ænder og gæs blevet aflivet på otte besætninger, hvilket er det hidtil største udbrud af fugleinfluenza i Danmark.

I juni 2020 blev mink på tre farme i Nordjylland konstateret smittet med COVID-19. Smitten

skyldtes en mutation af SARS-CoV-2 virusset (Y453F), den såkaldte minkvariant, som smittede både mink og mennesker. Trods omfattende forsøg på at inddæmme udbruddene, spredte virus sig, og ved udgangen af november 2020 var 289 minkbesætninger i Danmark smittet. Den 27. november 2020 afsluttede indsatsen med at aflive alle mink i Danmark, og kun enkelte ikke-smittede minkbesætninger stod tilbage. De sidste to besætninger i Danmark blev aflivet den 5. februar 2021. Bekæmpelsen af COVID-19 i

mink krævede en betydelig tværgående myndighedsindsats i samarbejde med minkbranchen, og de afholdte merudgifter i 2020 inkl. udgifter til betaling for minkejerens eget bidrag til indsatsen, er opgjort til 610 mio. kr. Hertil forventes der udgifter til bl.a. opgravning og forbrænding af tidligere nedgravede mink på to lokationer af miljøhensyn, afværgeforanstaltninger, samt udgifter til kompensationer og erstatninger til minkavlere og følgeerhverv mv., som efter den politiske aftale i 2021 alene er estimeret til 15,6-18,8 mia. kr.

Hvad nu hvis...

... der opleves flere dødsfald af personer i Europa, primært uden for større byer, som direkte kan knyttes til husdyrproduktion. I Danmark formodes fire personer omkommet efter alvorlig sygdom med influenzasymptomer. Efter noget tid kan forskningen påvise, at alle dødsfaldene er forårsaget af en hidtil ukendt form af svineinfluenza, som har udviklet sig zoonotisk. Sygdommen rammer dermed svin og overføres i flere tilfælde til mennesker. På kort sigt er det ikke

muligt at identificere smitekilden til udbruddet, men Danmark vurderes at være særligt hårdt ramt.

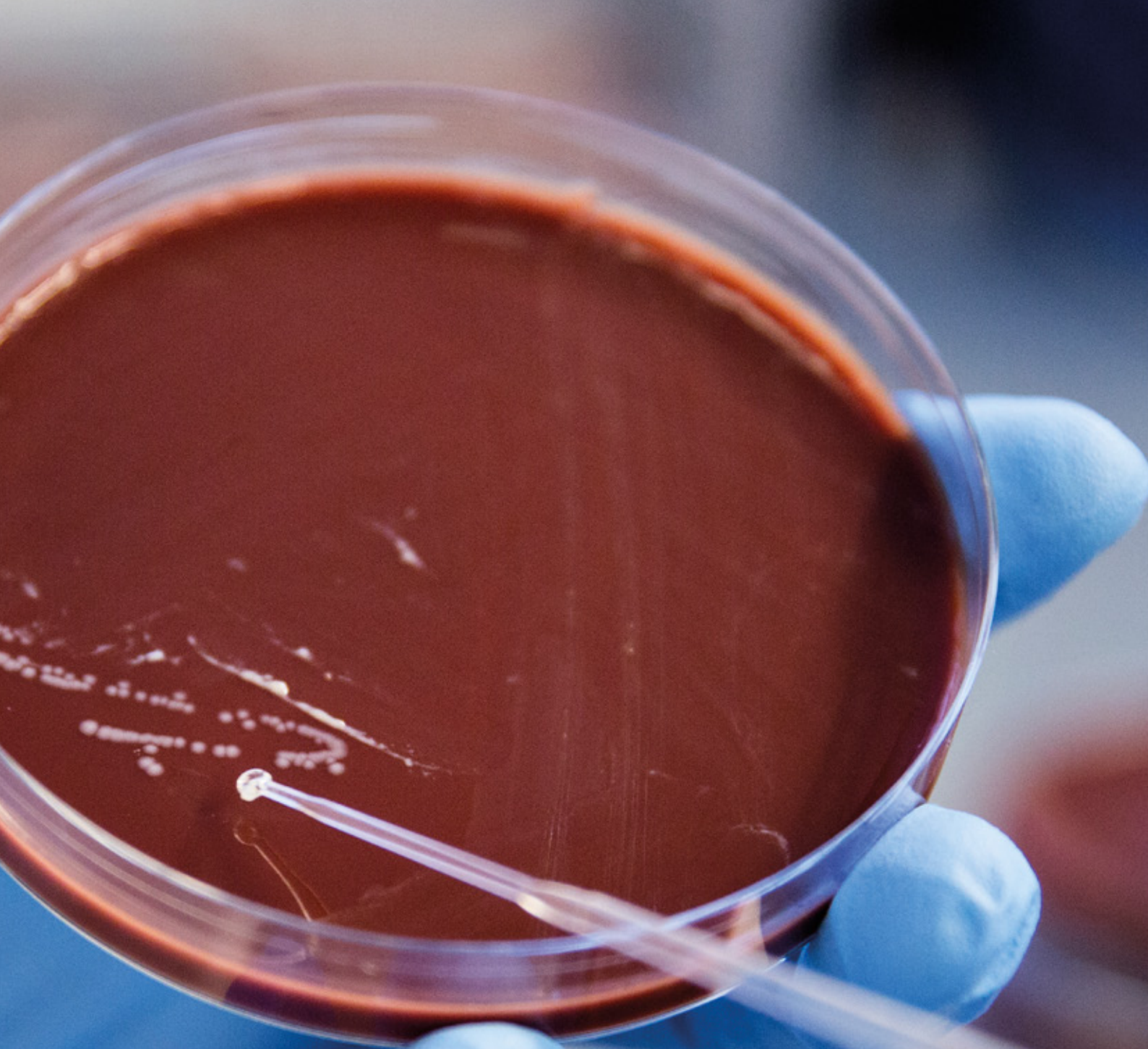
Danske og udenlandske forbrugere begynder at undgå danske fødevarer med forbindelse til svineproduktionen. Samtidig indfører en række af Danmarks vigtigste eksportlande forbud mod import af danske svin og svinekød. Eksportindtægter for milliarder af kroner mistes, og det er uvist hvor længe forbuddet vil

stå på. Herudover opstår der et betydeligt informationsbehov blandt borgerne, som vil vide, hvorvidt sygdommen udgør en risiko for mennesker.

Samtidig stiger ressourcetrækket på de danske myndigheder kraftigt ifm. den langvarige indsats med opgaver som aflivning af besætninger, rengøring og desinficering af besætningsarealer, restriktioner på transport svin og andre tiltag, der er rettet mod at inddæmme udbruddet.



VAND- OG FØDEVAREBÅRNE SYGDOMME



Udbrud af listeria i 2013-2014



Det største fødevarebårne sygdomsudbrud i Danmark målt ift. dødelighed startede i september 2013. Udbruddet varede i over et år, og var først under kontrol i oktober 2014. Listeriainfektion kunne påvises hos 41 patienter, hvoraf 17 døde pga. sygdommen. Patienterne var relativt jævnt fordelt over alle landets regioner. Listeria har en høj dødelighed, idet sygdommen primært rammer personer, der i forvejen er alvorligt svækkede af andre sygdomme. Det viste sig,

at hovedkilden til smitten var et kødprodukt fra en producent på Sjælland. Andre virksomheder indkøbte og anvendte kødproduktet til produktion af skiveskåret pålæg. Listeriabakterier blev overført til virksomhedernes udstyr, og det kunne ikke udelukkes, at andre produkter derfor også blev inficeret med listeria. Produkterne blev solgt i supermarkeder, men blev også leveret til bl.a. institutionskøkkener.

Karakteristik

Vand- og fødevarebårne sygdomme kan skyldes forurening af vand og fødevarer med et bredt spektrum af kemikalier og mikroorganismer som bakterier, vira, parasitter og svampe. En infektionssygdom skyldes mikroorganismer, mens en forgiftningssygdom skyldes stoffer (fx produceret af bakterier, svampe eller kemikalier).

Vandbårne sygdomme omfatter infektioner med bakterier, vira, alger og parasitter. Disse kommer ind i kroppen ved, at inficeret vand drikkes, aerosoler indåndes eller gennem kropsåbninger og åbne sår. Drikkevandkvaliteten i Danmark er generelt meget høj, og vandbårne sygdomme er derfor sjældne via drikkevand. Den danske drikkevandsforsyning er baseret på indvinding af grundvand, og forsyningsstrukturen er meget decentral. Det betyder, at et udbrud af en vandbårn sygdom i de allerfleste tilfælde kun rammer relativt lokalt.

Vandbårne sygdomme kan også være en konsekvens af oversvømmelser, bl.a. hvis oversvømmelsen fører spildevand med op fra kloakkerne, eller hvis et rensningsanlæg til spildevand bliver udsat for oversvømmelse. Herudover opstår sundhedsrisici ved badning i spildevandsforurenede vand.

Fødevarebårne sygdomme er typisk bakterielle infektioner eller forgiftninger, som skyldes toxin fra toxinproducerende bakterier eller kemiske stoffer, som kan være mere eller mindre alvorlige.

Risikoen ved fødevarebårne infektioner afhænger – udover den konkrete mikroorganisme – af befolkningens modstandsdygtighed. Samlet set er børn, ældre, personer med nedsat immunforsvar samt gravide særligt udsatte.

Blandt infektionssygdommene er norovirus, campylobacter, salmonella, listeria og STEC (Shiga-toxinproducerende E. coli) de sygdomsfremkaldende mikroorganismer, der vurderes at

kunne påvirke den offentlige sundhed i Danmark mest alvorligt.

Norovirus, også kaldet 'roskildesyge', er meget smitsomt. Der skal kun meget få viruspartikler til at gøre en person syg, og virus spredes ikke blot via fødevarer eller drikkevand, men også via overflader eller i luftdråber på samme måde som fx forkølelsesvirus. Det forklarer hvorfor store forsamlinger kan blive smittet.

Smitte med campylobacter fører til mave-tarm-infektioner. Bakterien findes typisk på overfladen af rå kyllingekød, men der er også identificeret drikkevandskilder forurenede med campylobacter. Herudover kan campylobacter overføres ved kontakt med kontamineret vand under fritidsaktiviteter samt kontakt med dyr.

Salmonella er en bakterie, der forårsager en mave-tarm-infektion. Smitte sker næsten udelukkende via mad. Risikoen for salmonellainfektion fra æg og fjerkræ i Danmark er reduceret vha. særregler for disse produkter. Smittekilderne til salmonellainfektioner kan dog også være okse- og svinekød, fisk, grøntsager mv.

Listeria findes i både animalske og vegetabiliske råvarer og kan derfor også forekomme i produktionsmiljøet i fødevarevirksomheder. Listeria er en meget robust bakterie, som både kan overleve i tørre miljøer og temperaturer helt ned til 0 grader. Hvis listeria først har fået etableret sig i en fødevarevirksomhed, kan den være meget vanskelig at komme af med igen. Kun få raske mennesker bliver syge af bakterien, men for personer med et svækket immunforsvar er dødeligheden høj.

STEC-infektioner kan i visse tilfælde være meget alvorlige og medføre organsvigt forårsaget af de giftstoffer, som STEC-bakterien producerer. Bakterierne findes primært i raske drøvtyggere, fx kvæg, geder, får og vildt. STEC smitter hovedsageligt via indtagelse af kontamineret drikkevand eller fødevarer, men kan også smitte ved berøring

med drøvtyggere, råmælk, eller hvis kontamineret vand indtages under fritidsaktiviteter som svømning.

Blandt forgiftssygdommene anses fødevarerforgiftninger forårsaget af bakterielle toksiner for at være særdeles problematiske. De kan give kraftig, men kortvarig sygdom med enten diarré eller opkast, men for nogle personer vil forgiftningen være langvarig og potentielt livstruende. Botulisme, også kaldet pøseforgiftning, er fx en særlig fare for menneskers sundhed. Botulisme forårsages af giftstoffer fra bakterien *Clostridium botulinum*, der producerer neurotoksiner. Neurotoksiner er nogle af de mest potente og farlige giftstoffer, der findes. Botulisme skyldes oftest dårlig konservering af fødevarer.

Årsagen til fødevarebårne sygdomme er oftest, at fødevarer forurenes pga. utilstrækkelig produktionshygiejne, fejl i kølekæder, utilstrækkelig varmebehandling, dårlig køkkenhygiejne eller krydsforurening, fx ved håndtering af rå kød. Grøntsager og frugt, der er vandet med forurenet vand, kan også være smitekilder.

En anden årsag kan være fremstilling og salg af ulovlige fødevarer, som er stigende i EU, og denne udvikling forventes at fortsætte. Faren ved fødevarer-svindler er, at hverken forbrugere eller myndigheder med sikkerhed kan vide, hvilke stoffer produkterne indeholder, eller hvor og under hvilke hygiejniske forhold, de er fremstillet. Herudover kan ompakning, uhensigtsmæssige køleforhold samt svindel med holdbarhedsangivelser øge risikoen for infektion. Sundhedsrisikoen forbundet med indtagelse af ulovlige fødevarer kan derfor være forøget, ligesom opklaringen af sygdomsudbrud kan være vanskelig pga. de tvivlsomme sporbarhedsoplysninger ifm. fødevarer-svindler.

Derudover har kosttilskudsprodukter i nogle tilfælde vist sig at indeholde ulovlige og skadelige stoffer eller ingredienser, der ikke er deklareret. Dramatisk forhøjet indtag af vitaminer og

mineralelementer, fx som resultat af produktionsfejl eller dårlig mærkning, kan være sundhedsskadeligt.

Forekomst

Alle fødevarebårne sygdomsudbrud i Danmark registreres centralt i Fødevareudbrudsdatabase. I 2019 blev der registreret 51 udbrud af fødevarebårne sygdomme med i alt 1.929 smittede personer. 33 af udbruddene var lokale eller regionale, og 18 var nationale udbrud. I 2020 sås et stort dyk i antallet af registrerede fødevarebårne sygdomsudbrud i Danmark fra 51 til 35, hvilket ifølge DTU Fødevareinstituttets årsrapport dog tilskrives COVID-19 pandemien. Årsagen var dels den kraftigt reducerede rejseaktivitet i 2020 (mange sygdomsforløb opstår på udlandsrejser), dels at danskerne under nedlukningen var mindre tilbøjelige til at gå til lægen med symptomer på mindre alvorlig sygdom. Eftersom COVID-19 pandemien fortsat prægede billedet i 2021, refereres der nedenfor primært til tal fra 2019.

Det reelle antal af tilfælde med fødevarebårne sygdomme formodes desuden hvert år at være en del højere, end hvad indrapporteres. Det skyldes for det første, at symptomerne på infektion overlapper med flere andre sygdomme, og for det andet, at personer med lettere former for infektion typisk ikke søger læge.

Norovirus og campylobacter er de hyppigste årsager til vand- og fødevarebårne sygdomme i Danmark. I 2019 blev der registreret 19 udbrud af norovirus med i alt 932 smittede personer. Det var en stigning på over 10 pct. ift. 2018 og mere end en tredobling siden 2017. Det årlige antal personer med en laboratoriekonfirmeret infektion med campylobacter i 2014-2019 har varieret mellem i alt 4.348 og 5.389.

Salmonellainfektioner var i årene op til årtusindskiftet endnu hyppigere end infektioner med campylobacter. Øget bevidsthed om salmonella i befolkningen har sammen med forebyggende og bekæmpende indsatser fra myndighedernes side ført til, at antallet af salmonellainfektioner er fal-

det markant og har gennem de seneste år ligget på lidt over 1.000 årlige tilfælde. I denne kontekst skal især nævnes indsatsen for at eliminere salmonella fra spise- og æglæggende kyllinger. I 2019 var der ni udbrud af salmonella med i alt 1.120 smittede personer.

Infektioner med listeria har de seneste fem år ligget på omkring 50 personer om året, med i alt 62 syge personer i 2019.

Antallet af personer fundet smittet med STEC har været stigende, fx fra 228 i 2015 til 630 i 2019. I 2018 blev der registreret 21 tilfælde af hæmolytiskuræmisk syndrom (HUS), som er en komplikation af STEC. Det var det højeste antal nogensinde. I seneste udbrud er der mellem 3. december 2021 og 10. januar 2022 identificeret 13 personer med STEC, heraf tre børn med akut nyresvigt (HUS).

Der registreres årligt et par forgiftningstilfælde med botulisme i Danmark, overvejende spædbørnsbotulisme, men i 2019 blev der registreret 10 udbrud som følge af den toxinproducerende bakterie Clostridium perfringens med i alt 551 syge. Det var en stigning både af udbrud og sygdomstilfælde sammenlignet med 2016, 2017

og 2018. Et udbrud af dette patogen ramte 268 personer, og var dermed det største fødevarebårne sygdomsudbrud Danmark i 2019.

Vand- og fødevarebårne sygdomme forårsaget af smitte med parasitter er sjældne i Danmark.

Konsekvenser

Vand- og fødevarebårne sygdomme kan medføre ubehagelige og alvorlige symptomer og i værste fald være dødelige.

Den mest almindelige sundhedsmæssige konsekvens er mave-tarm-infektioner med symptomer såsom mavesmerter, diarré og opkast, og det kan være så alvorligt, at det kræver behandling på et hospital. Eksempler herpå er bl.a. infektioner med norovirus, campylobacter og salmonella.

Listeriainfektioner hos udsatte grupper, som fx patienter med svækket immunforsvar eller gravide, kan medføre livstruende komplikationer som blodforgiftning eller meningitis.

STEC medfører ofte svære mavesmerter og blodig diarré og kan i alvorlige tilfælde føre til HUS, der kan være livstruende og give permanente nyreskader eller neurologiske skader. HUS som følge af en STEC-infektion rammer oftest børn og udgør her hovedårsagen til akut nyresvigt.

En botulinumforgiftning kan ligeledes have meget alvorlige konsekvenser. Bakterietoxinet angriber nerverne og skaber lammelse. Botulisme kan dermed føre til permanente skader. I yderste tilfælde, hvis brystmusklerne lammes, kan infektionen være dødelig. Behandling af en botulismeinfektion kan tage flere måneder.

Salg af ulovlige fødevarer kan få store konsekvenser for fødevarsikkerheden i Danmark. Forbrugere risikerer at indtage produkter, der indeholder giftige stoffer eller ingredienser, som kan fremkalde allergier, uden at dette er deklareret på produktet. Konsekvenserne kan række fra mindre gener til dødsfald.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppighed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Forurening af drikkevandsforsyning kan være langvarig. Udover sygdomsrisici kan det medføre gener for virksomheder og befolkningen i det berørte område, fx i form af kogepåbud. Ved større og længerevarende hændelser kan lokale forsyningsvirksomheder komme under pres.

Både vand- og fødevarebårne kan betyde, at hospitaler oplever en stigning i antallet af patienter, der kræver en speciel behandling, og som overstiger eksisterende kapacitet. Myndigheder og aktører i sundheds- og fødevaresektoren kan opleve et stort pres som følge af et informationsbehov hos borgerne, der skal imødekommes.

Vand- og fødevarebårne sygdomme kan få alvorlige økonomiske konsekvenser, hvis fx hele partier af en produktion må tilbagekaldes. I visse tilfælde vil alene mistanken om forurening være nok til en tilbagekaldelse. Det kan ske, at produktionsfaciliteter, kantiner, restauranter mv. skal lukkes ned efter identifikation af sygdomsfremkaldende fødevarebårne mikroorganismer.

Nedlukningerne kan være forbundet med store omkostninger og true virksomheders renommé og eksistens.

Vand- og fødevarebårne sygdomme kan endvidere medføre import- og eksportforbud af bestemte råvarer eller forarbejdede produkter. Dette kan få stor betydning for producenterne samt risikere at ramme den samlede danske fødevarereksport til specifikke lande, og dermed få meget store økonomiske konsekvenser.

Tendenser

Der er i øjeblikket en tendens til at spise sundere, mindre kød samt flere forskellige produkter end tidligere. Det forventes derfor, at folk i de kommende år vil spise flere friske råvarer, hvilket alt andet lige øger risikoen for fødevarebårne sygdomme. Friske produkter er fra producentens side ikke varmebehandlet eller konserveret, hvilket ellers kan ødelægge sygdomsfremkaldende mikroorganismer. Indtagelse af produkter uden forudgående varmebehandling fra forbrugerens side kan derfor være forbundet med en højere risiko for fødevarebårne sygdomme. Til gengæld forventes der en tendens til at spise flere lokale produkter. Det giver mulighed for, at udbrud kan opspores og inddæmme hurtigere med færre syge til følge.

Der er et løbende fokus på at øge fødevaresikkerheden fremover gennem overvågnings- og kontrolprogrammer både hos de danske myndigheder, på EU-niveau og internationalt hos fx WHO.

Eksempler

I begyndelsen af 2007 blev drikkevandet til 7.000 borgere i Køge forurenset. Ved en fejl på et renseanlæg blev spildevand via en sammenkobling ledt ud i drikkevandsrørene. 140 personer blev syge pga. forskellige mikroorganismer, herunder E. coli, campylobacter og norovirus. Køge oplevede endnu en drikkevandsforurening i juni 2010, hvor flere fik konstateret en infektion med campylobacter.



Danmark oplevede i starten af 2008 sit største salmonellaudbrud, siden overvågningen startede i 1980. Det var trods en omfattende indsats ikke muligt at opspore kilden. Fra udbruddets start og indtil den 1. september 2009 blev der registreret 1.206 sygdomstilfælde med salmonella U292 jævnt fordelt over hele landet.

I sommeren 2011 oplevede Tyskland et meget stort udbrud af STEC med HUS. Der blev rapporteret om 3.168 STEC-tilfælde samt 908 sager med HUS, og i alt var der 53 dødsfald. I Danmark blev der identificeret 26 syge pga. samme bakterie, hvoraf de fleste var smittet under rejser i Tyskland. 10 danske patienter udviklede HUS. Bukkehornsspirer fremstillet af egyptiske bukkehornsfrø blev identificeret som den mest sandsynlige kilde til udbruddet, men flere andre fødevarer blev udpeget som mulige smitekilder, herunder agurker, tomater og salat. Disse mistanker samt advarsler fra myndighederne førte til et de facto importforbud mod spanske agurker samt til tab på op mod 80 pct. af omsætningen for flere tyske virksomheder.

I juli 2016 måtte et produkt med D-vitamin på dråbeform til spæd- og småbørn tilbagekaldes fra butikker i hele Danmark. En regnefejl hos producenten havde medført, at dråberne indeholdt 75 gange mere D-vitamin, end de burde. Så høj en koncentration er sundhedsskadelig. Forgiftning med D-vitamin medfører opkast, hovedpine og i sjældne tilfælde kramper og nyresvigt. Produktet blev straks kaldt tilbage, men over 500 flasker var allerede solgt. I alt blev 150 børn undersøgt, og over 80 viste tegn på forgiftning. Heraf var seks børn alvorligt forgiftede.

I juli 2017 blev det meddelt via det europæiske alarmsystem for fødevarerikkerhed (RASFF), at der var påvist fipronil i prøver af æg og fjerkræ fra besætninger i Nederlandene og Belgien. Fipronil kan have akutte sundhedsskadelige effekter over en vis koncentration. Sagen udviklede sig de efterfølgende måneder, og der blev fundet fipronil i æg fra 180 hønsefarme i Nederlandene. Æg, og

produkter indeholdende fipronil blev tilbagekaldt og fjernet fra hylderne i hele EU og i flere lande i resten af verden. Fipronil er både godkendt som veterinærmedicin, biocid og pesticid, men må ikke bruges til fødevarerproducerende dyr. Undersøgelser viste, at et firma ulovligt havde tilsat fipronil til det lovlige insektmiddel DEGA-16, som er distribueret og brugt til at bekæmpe blodmider hos høns. Insektmidlet ophober sig i hønernes og dermed i æggene. Der blev ikke fundet fipronil i dansk fjerkræ- og ægproduktion, men nogle produkter og fødevarer på det danske marked var forurenede med fipronil pga. indhold af æg med oprindelse i Nederlandene og Belgien. Samlet vurderes sagen at have kostet 33 mio. euro.

Fra september til november 2018 blev i alt 38 personer inficeret som en del af et udbrud med STEC i Danmark. Af de 38 syge var 33 børn i folkeskolealderen. Sygdomstilfældene var fordelt i hele landet med en overvægt i eller omkring de største byer. I et samarbejde mellem Fødevarestyrelsen, Statens Serum Institut og Fødevareinstituttet på Danmarks Tekniske Universitet (DTU) blev oksespegepølse fra en specifik fødevarerproducent mistænkt for at være årsagen til udbruddet. Det var dog ikke muligt at identificere, hvordan oksespegepølserne var blevet forurenede med STEC.

I maj og juni 2020 blev 203 personer, der boede på eller for nyligt havde besøgt Bornholm, smittet med campylobacter. Fødevarestyrelsen tog prøver af flere spiseklare, lokalproducerede fødevarer uden at der blev påvist campylobacter i disse. Statens Serum Institut gennemførte en undersøgelse med sammenligning af svar fra bekræftede syge og tilfældigt udvalgte ikke-syge personer med samme postnummer, alder og køn. Resultatet viste en stærk sammenhæng mellem sygdom og indtaget af mælk. Som konsekvens blev det lokale mejeri lukket ned og grundligt rengjort. Mejeriet tog efterfølgende prøver af vand på virksomheden, hvor der blev fundet bakterier over grænseværdierne.

Hvad nu hvis...

... der sker et meget voldsomt udbrud af en særlig type HUS-inducerende STEC i Danmark. Sygdomstilfældene begrænser sig til Hovedstadsområdet, og mange ansatte i ministerier og styrelser, kommuner og større virksomheder er blandt de smittede. Undersøgelser blandt patienterne

rejser mistanke om, at kantinedriften kan være kilden til udbruddet.

Efter to uger er der identificeret 300 patienter med STEC og 40 med HUS. Smittekilden viser sig at være råvarer fra en leverandør, som står for kantinedriften hos flere myn-

digheder og virksomheder. Sundhedsvæsnets i Region Hovedstaden når dets maksimale kapacitet for behandling af patienter med HUS, og patienterne bliver overført til andre landsdele. Samtidigt er arbejdet i de berørte myndigheder og virksomheder gået næsten fuldstændigt i stå.



NUKLEARE ULYKKER





Fukushima-ulykken



Den 11. marts 2011 blev Japan ramt af sit hidtil kraftigste jordskælv, målt til 9,0 på Richterskalaen. Jordskælvet var undersøisk og skabte en ti meter høj flodbølge (tsunami), som skyllede ind over den nordøstlige kyst og bl.a. ramte kernekraftværket Fukushima Daiichi. Jordskælvet afskar strømmen til værket, og flodbølgen oversvømmede de nødgeneratorer, som holdt reaktorerne stabile. Det udløste nedsmeltning af tre reaktorer, eksplosioner og brande i reaktorbygningerne og en serie radioaktive udslip i de efterfølgende dage. Radioaktiv forurening ramte otte pct. af Japans landområde. Håndteringen har i de forløbne knap 11 år kostet over en billion kroner og forventes at vare yderligere mindst 30 år. Der kendes ikke til dødsfald eller sygdom direkte forårsaget af stråling, men der har af andre årsager været overdødelighed blandt den evakuerede befolkning.

Pga. afstanden til Japan var der ikke risiko for radioaktiv forurening i Danmark, men ulykken medførte alligevel behov for intensiv og omfattende krisestyring. Efterhånden som situationen på værket blev forværret, fik danske myndigheder ekstraordinært travlt med at klarlægge konsekvenser, bistå hinanden med rådgivning og ekspertise samt kommunikere til borgere og virksomheder i ind- og udland om relevante foranstaltninger.



Karakteristik

En nuklear ulykke er en ulykke ifm. produktion, forarbejdning, brug, transport, oplagring eller deponi af nukleart materiale. Nukleart materiale refererer her udelukkende til plutonium og beriget uran. På den måde skelnes der mellem henholdsvis nukleare ulykker og radiologiske ulykker, idet radiologiske ulykker kan opstå med andre radioaktive stoffer, som anvendes i fx industrielle eller medicinske faciliteter.

Nukleare anlæg, hvor en alvorlig ulykke kan medføre større konsekvenser for Danmark, udgøres først og fremmest af kernekraftværker i Europa. Kernekraftværkerne indtager en særstilling som mulig kilde til nukleare ulykker pga. deres store indhold af fissionsprodukter. Det giver under ugunstige vindforhold potentiale for alvorlig luftbåren spredning af radioaktiv forurening over store afstande.

Den største fare forbundet med driften af kernekraftværker er risikoen for, at radioaktive stoffer frigives fra reaktorbrændslet og spredes. Udslip af større mængder forudsætter, at brændslet beskadiges, samtidigt med at reaktorbeholderen og reaktorindeslutningen ikke tilstrækkeligt effektivt tilbageholder de frigivne stoffer. Det kan ske, hvis man mister kontrollen med kædereaktionen i reaktorkernen eller evnen til at køle kernen effektivt. Noget lignende kan ske, hvis man ikke kan køle brugt brændsel i brændselsbassinerne, der ofte er placeret uden for reaktorindeslutningen. Udløsende faktorer kan fx være tekniske sårbarheder, menneskelige fejl, naturkatastrofer eller fejl i elnettet.

Nukleare ulykker kan også opstå ombord på nukleart drevne fartøjer. Nukleart drevne isbrydere, fragtskibe og flådefartøjer (hangarskibe og ubåde) kan fx frigive radioaktive stoffer til luft og hav, hvis reaktorerne eller deres sikkerhedssystemer beskadiges ved kollision, grundstødning eller anden ulykke. Fartøjernes reaktorer er betydeligt mindre end dem, som bruges i kernekraftværker på land, men afskærmningen er ligeledes dimen-

sioneret mindre og kan ikke modstå de samme fysiske eller mekaniske påvirkninger.

Endelig kan nukleare og radiologiske ulykker opstå ifm. produktion, anvendelse eller håndtering af reaktorbrændsel; under transporter af eller på lagre og depoter til brugt brændsel og radioaktivt affald; eller under håndtering af kraftige industrikilder (fx radiografikilder).

Nukleare ulykker kategoriseres vha. INES-skalaen (International Nuclear and Radiological Event Scale). Skalaen består af syv niveauer, hvor 1-3 kaldes 'hændelser' og 4-7 kaldes 'ulykker'. Det er myndighederne i hændelsens eller ulykkens 'værtsland', der er ansvarlige for angivelse af niveauet. Ligesom Richterskalaen, der beskriver styrken af jordskælv, er INES-skalaen indrettet logaritmisk, hvorved alvorligheden øges med faktor ti for hvert niveau. I modsætning til Richterskalaen er INES-skalaen dog ikke objektiv. Det betyder, at hændelser og ulykker kan opgraderes eller nedgraderes over tid på skalaen, efterhånden som der opnås klarhed over omfang og konsekvenser. Fukushimaulykken i 2011 blev fx først kategoriseret som en INES 3-hændelse, og herefter gradvist opgraderet til en INES 7-ulykke.

Forekomst

Store reaktorulykker er sjældne. Det samlede antal ulykker, hændelser, og 'nærved'-situationer, som har fundet sted på nukleare anlæg kendes ikke, men der er indtruffet fire særligt alvorlige reaktorulykker, henholdsvis i 1957 i Storbritannien på den militære reaktor Windscale (INES 5), i 1979 i USA på kernekraftværket Three Mile Island (INES 5), i 1986 i Ukraine på kernekraftværket Tjernobyl (INES 7) og i 2011 i Japan på kernekraftværket Fukushima Daiichi (INES 7).

Sandsynligheden for direkte konsekvenser i Danmark efter en reaktorulykke på et udenlandsk kernekraftværk afhænger både af sikkerheden på værkerne, men også af deres antal og relative nærhed til Danmark. Det nærmeste aktive kernekraftværk er Ringhalsværket i Sverige ved

Gøteborg, ca. 55 km fra Læsø. Inden for en afstand på 300 km fra dansk landområde ligger endvidere de aktive kernekraftværker Emsland i Tyskland og Oskarshamn i Sverige. En ulykke på et af disse værker ville kunne føre til nedfald af radioaktive stoffer over betydelige dele af dansk område. Henset til afstanden fra fx den vestlige del af Sverige eller nordlige del af Tyskland kan tiden fra et udslip til nedfald desuden være kort.

De nærmeste nederlandske, belgiske, franske og britiske værker befinder sig omkring 500-600 km fra Danmark. I alt er der knap 100 kernekraftværker med ca. 180 operative reaktorer i Europa. Af disse er lidt over halvdelen i drift i 13 EU-medlemsstater (Belgien, Bulgarien, Finland, Frankrig, Nederlandene, Rumænien, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Sverige, Tjekkiet, Tyskland og Ungarn). De øvrige ligger uden for EU i bl.a. Rusland, Storbritannien, Schweiz og Ukraine. Omkring 75 pct. af de europæiske reaktorer ligger tættere på Danmark end Tjernobylværket i Ukraine, hvor verdens hidtil alvorligste nukleare ulykke indtraf i 1986.

I de seneste år har flere af de ovennævnte lande revurderet udstrækningen og indretningen af de beredskabszoner, som omgiver deres kernekraftværker. Bl.a. har tyske og svenske myndigheder gennemført nye analyser med avancerede beregningsværktøjer og omfattende vejrdato som viser, at der kan være behov for beredskabsforanstaltninger for sårbare grupper op til 300 km fra et kernekraftværk ved en meget alvorlig ulykke. For landbrug og vandforsyning kan der være behov for foranstaltninger helt op til 500 km væk.

Selvom der ikke findes kernekraftværker eller aktive reaktorer i Danmark, er det muligt, at en nuklear ulykke kan forekomme på dansk område. Det skyldes, at nukleart drevne fartøjer jævnligt passerer danske farvande. Som nævnt er fartøjernes reaktorer signifikant mindre end på kernekraftværker, og et udslips størrelse efter en ulykke derfor forventelig mindre. Beredskabssty-

relsen vurderer dog, at et radioaktivt udslip fra et nukleart drevet fartøj kan give tilstrækkeligt høje koncentrationer af radioaktive stoffer til, at der skal overvejes akutte såvel som langsigtede beredskabstiltag i Danmark. Et udslip fra et fartøj, fx under passage gennem Storebælt, kan desuden ramme med kortere varsel end ved en ulykke i udlandet.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppighed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Konsekvenser

De mulige konsekvenser i Danmark efter en nuklear ulykke på et kernekraftværk i Europa eller et nukleart drevet fartøj i dansk farvand er meget vanskelige at estimere. Konsekvenserne afhænger dels af det specifikke ulykkesforløb – herunder varigheden af udslip til atmosfæren samt mængden og typerne af radioaktive stoffer, som varierer meget mht. farlighed. Nogle af de værste er radioisotoper som cæsium-137, jod-131, strontium-90 og plutonium-241, der spredes via støvpartikler, og som derfor kan inhaleres og deponeres i jord og vand, hvorved de kan indtræde i fødekæden via planter og dyr.

Konsekvenserne afhænger endvidere af udbredelsesretning, vindhastigheder samt nedfald og udvaskning ifm. regn eller anden nedbør. Et luftbåret udslip kan under visse vejrforhold bevæge sig langt med et forholdsvis begrænset nedfald undervejs, efterfulgt af en kraftig udvaskning via nedbør. Eksempelvis blev der efter Tjernobyl-ulykken målt betydeligt øget radioaktivitet i dele af Sverige og Norge mere end 1.500 km fra Tjernobyl, mens der andre steder, meget tættere på værket, blev målt ubetydelige mængder.

Der kan derfor ikke angives en generel afstand for, hvor langt en forurening kan spredes, ligesom det er svært at forudsige om – og i så fald hvor – nedbør vil falde, og forårsage udvaskning ved passage af en radioaktiv sky over Danmark.

Uanset afstand, meteorologiske forhold og de radioaktive stoffers karakter forventes det ikke, at mennesker og dyr i Danmark kan få akutte stråleskader via direkte bestråling fra luftforurening, indånding eller indtagelse af radioaktive stoffer gennem fødevarer, foder og drikkevand. En beredskabsindsats vil derfor være koncentreret om at mindske risikoen for langsigtede stråleskader (typisk cancer) ved at holde stråledoserne på et minimum. Det opnås mest effektivt gennem indendørs beskyttelse, forebyggelse af indtag af forurenede væsker og fødevarer, jodprofylakse for udvalgte dele af befolkningen og evt. evakuering.

Samtidig må et radioaktivt udslip dog forventes at kunne medføre psykologiske helbredsmæssige konsekvenser på både kort og langt sigt. Det kan fx dreje sig om traumer eller generel angst fremkaldt af selve ulykken eller om stress og utryghed ifm. evakuering, tvivl om forurening og værdiforringelse af privat ejendom mv.

Da en alvorlig nuklear ulykke kan forurene meget store landområder, kan de økonomiske udgifter forbundet med oprydning være enorme og strække sig fra måneder til flere årtier. Det kan især påvirke landbruget, hvor der muligvis kan være behov for at destruere afgrøder, vende bestrålet

jord med gravemateriel, samt inddæmme og/eller aflive produktionsdyr for at undgå forurening af fødevarer. Visse forsyninger kan blive påvirket heraf. I tilfælde af nuklear forurening kan andre landes forbud mod import af danske varer også betyde store og langvarige tab af indtægter. Det kan ske selv uden restriktioner, da danske og udenlandske forbrugere muligvis vil søge at undgå kontakt med fødevarerprodukter fra dansk landbrug, fiskeri, havbrug og dambrug.

En yderligere konsekvens kan være radioaktiv forurening af bygninger og infrastruktur, som kan medføre store udgifter til rensning og forårsage værdiforringelse af ejendomme og grunde i forurenede by-, industri- og landområder. I tilfælde af meget kraftig forurening kan det endda være nødvendigt, at lokalsamfund fraflytter midlertidigt eller permanent. Det ville være forbundet med betydelige omkostninger og juridiske udfordringer. Herudover vil selv en begrænset forurening – eller mistanke herom – kunne få turister til at holde sig væk i en periode med afledte konsekvenser for turistindustrien og økonomien generelt i berørte lokalsamfund.

Eftersom dansk drikkevand hentes fra borer, hvor det er mange år siden grundvandet faldt som regn, vil der næppe være akut behov for vandrestriktioner. Drikkevandsselskabernes infrastruktur over jorden kan dog blive ramt og påvirke forsyningssikkerheden.

Vej- og jernbanetransport i berørte områder kan blive påvirket ved omlægning af transportruter, hvilket kan påvirke persontransport, logistik og forsyninger lokalt. Luftrummet kan midlertidigt blive lukket pga. mulig forurening af fly, men flytrafikken vil næppe blive alvorligt ramt, da fly kan omdirigeres og luftfiltre kontrolleres for radioaktivitet. Det samme vil sandsynligvis gælde skibstrafikken, men hvis udslippet sker fra en skibsreaktor, vil fareområdet kunne omfatte vigtige sejlruter.

En nuklear ulykke kan endvidere medføre betydeligt pres på danske myndigheder – også selv-

om ulykken sker så fjernt fra Danmark, at ingen af de ovenfor nævnte konsekvenser indtræffer. Danske interesser kan berøres af et uheld på et fjernliggende kernekraftværk, hvis der er borgere og erhvervsinteresser i det pågældende område, eller fordi borgere i Danmark får et stort informationsbehov. Det kan nødvendiggøre en langvarig kommunikationsindsats om lokale sundhedsmæssige foranstaltninger, forholdsregler ved rejser, import af fødevarer og foderstoffer mv.

I dag bygges der især nye kernekraftværker i Asien, hvor mere end 30 er under opførelse – primært i Kina, Indien, Sydkorea og i den østlige del af Rusland. Men der bygges også nye kernekraftværker i Europa, herunder i vestlige dele af Rusland, i Belarus, i Finland og i Polen. Polens nuværende regering planlægger fx at bygge seks nye reaktorer frem mod år 2043, og nogle af dem kan blive placeret mindre end 200 km fra Bornholm.

Derudover er der mange lande, som vælger at levetidsforlænge eksisterende kernekraftværker, typisk med 10-20 år, bl.a. Sverige, Belgien, Nederlandene, Storbritannien, Finland og Rusland. Sådanne levetidsforlængelser følges af krav fra myndighedernes side, typisk om øget komponentkontrol og forbedring af sikkerhedssystemer for at kompensere for den evt. øgede risiko som følge af aldringen.

Hvad angår nukleart drevne fartøjer, er flere lande i gang med eller har konkrete planer for at bygge nye isbrydere og flådefartøjer. Hvis de bygges i Østersøområdet, fx på Baltisk Værft i Sankt Petersborg, skal de passere danske farvande på vej mod slutdestinationerne, fx i Murmansk. Desuden er der årlige flådeparader med nukleart drevne fartøjer, der passerer gennem danske farvande samt et nukleart drevet transportskib, Sevmorput, som kommer årligt på vej til Sankt Petersborg. Rusland er endvidere begyndt at bygge flydende kernekraftværker, og i 2018 blev et sådant værk, dog uden brændsel, for første gang bugseret gennem dansk farvand.



Tendenser

Det er vanskeligt at konkludere noget entydigt mht. risikoen for nukleare ulykker baseret på udbredelsen af kernekraft i Europa. Nogle lande, herunder Tyskland, bestræber sig på at afvikle eller reducere deres brug af kernekraft, mens andre satser på at udbygge og øge den – bl.a. ud fra argumentet om kernekraft som en grøn energikilde.

Eksempler

To nukleare ulykker i udlandet har medført begrænsede direkte eller indirekte konsekvenser i Danmark: Tjernobyl-ulykken og Fukushima-ulykken.

Tjernobyl-ulykken begyndte den 26. april 1986 på kernekraftværket Tjernobyl i Ukraine, da en ukontrollabel kædereaktion forårsagede en

dampekspllosion, der sprængte den øvre del af én af værkets reaktorer bort, og satte reaktorkernen i brand i 10 dage. Herved blev der frigivet op til 400 gange så meget radioaktivt materiale som ved atombomben over Hiroshima.

På ulykkesstedet formodes det, at 30-60 personer døde af akut strålesyge i løbet af få dage, og at 100-200 andre fik strålingsskader. Det menes at ca. 4.000 personer i Rusland, Belarus og Ukraine, der boede tæt på ulykkesstedet i 1986, sidenhen har fået skjoldbruskkirtelkræft. Den kræftform kan dog behandles og er sjældent dødelig. Øget hyppighed af andre kræftformer eller genetiske skader hos børn, hvis forældre blev eksponeret, er ikke eftervist. De daværende sovjetiske myndigheder evakuerede ca. 115.000 personer, og i tiden efter 1986 har 220.000 personer måttet flytte til mindre strålingsudsatte områder. Næsten 36 år senere er dekommissioneringen og arbejdet med at begrænse udslip fra værkområdet stadig ikke afsluttet. Det forventes at tage flere årtier og koste mange milliarder.

Gennem de 10 dage, hvor reaktorkernen brændte, blev store mængder radioaktivt materiale sendt over 1,5 km op i atmosfæren, og drev pga. skiftende vindretninger hen over det meste af Europa. I starten vidste man ikke hvor den forhøjede stråling kom fra, og det sovjetiske nyhedsbureau TASS udsendte først en pressemeddelelse om hændelsen om aftenen den 28. april 1986. Særlig i områder, hvor det på samme tid regnede, blev radioaktivt materiale udvasket og forårsagede forurening. Hårdest ramt var områder i Centraleuropa, det sydlige Finland og det mellemste Sverige og Norge. I de egne af Nordskandinavien, hvor befolkningen ernærer sig af rendrift, udgjorde nedfald af især cæsium-137 en særlig risiko, idet stofferne opsamledes i renernes føde. Flere hundredtusinder rener og elge blev aflivet i de mest belastede områder.

I Danmark blev der kun konstateret en mindre forøgelse af strålingsniveauet og ingen væsentlig forurening, idet der heldigvis var meget begrænset nedbør på det tidspunkt, hvor den radioaktive

sky drev hen over landet. Ikke desto mindre blev de danske myndigheder ramt af et ekstremt højt arbejdspress med kort varsel, og organiseringen af beredskabet blev af flere grunde forsinket. Målinger af radioaktivitet i luften, på jordoverfladen og i regnvand, drikkevand, afgrøder og mælk blev stærkt intensiveret. Ved grænserne blev der iværksat kontrol med, om personer, biler, tog, skibe og fly, der ankom fra Østeuropa, var forurenede. De mest forurenede biler og skibe (navnligt fiskefartøjer) blev rensset. Der blev fastsat vejledende grænseværdier for radioaktivitetsindholdet i levnedsmidler, og i en periode fra 6.-11. maj 1986 var der forbud mod udbinding af malkekvæg, efter en stigning af jod og cæsium i græsprøver pga. et regnvejr fra syd. Der måtte også udstedes erklæringer om danske fødevarers egnethed som menneskeføde, som blev udsendt til samtlige repræsentationer i udlandet.

Fukushima-ulykken startede den 11. marts 2011, da et undersøisk jordskælv udløste en 10 meter høj tsunami, som bl.a. ramte kernekraftværket Fukushima Daiichi ca. 250 km nordøst for Tokyo. Af værkets seks reaktorer, var tre i drift og tre nedlukket for serviceeftersyn hvorfra brugt brændsel var i brændselsbassiner. Da jordskælvet indtraf, lukkede reaktorerne automatisk ned, så kædeprocessen stoppede, og dieselgeneratorer sikrede nødstrømsforsyningen til anlæggene. Da tsunamien skyllede ind, blev kældrene, som rummede dieselgeneratorer og hovedparten af det elektriske udstyr imidlertid oversvømmet. Derved blev nødstrømforsyningen slået ud, så køling til reaktorerne og brændselsbassinerne ikke længere fungerede. Da de fleste overvågningssystemer samtidig gik ned, var der utilstrækkeligt overblik.

Pga. restvarmen fra kerneprocessen steg temperaturen i reaktorbeholderne og førte til smeltning af reaktorbrændslet. Temperaturforøgelsen betød også, at der udvikledes brint, som forårsagede tre eksplosioner i reaktorbygningerne. Samtidigt steg trykket i reaktorindeslutningerne så meget, at det blev nødvendigt at lede luft og damp ud for at forhindre yderligere skade, men derved blev der også udledt store mængder radioaktivt



materiale indtil reaktorerne og brændselsbassinerne fik tilført tilstrækkeligt kølevand.

Det er sidenhen vurderet, at ingen fysiske helbredskonsekvenser for lokalbefolkningen direkte kan tilskrives radioaktiv stråling. Evakueringen af titusindvis af mennesker fra byer i en radius af mindst 20 km og efterdønningerne har dog muligvis kostet over 2.000 dødsfald pga. stress, angst, depression, PTSD, andre psykiske lidelser, diabetestilfælde, stofmisbrug og selvmord. Mange japanere vidste i årevis ikke, om de havde været sundhedsskadeligt udsat for stråling, eller hvornår de kunne vende tilbage til deres hjem.

Forureningen berørte ca. otte pct. af Japans landområde, herunder arealer op til 200 km fra værket. I de forløbne år har oprydningen – herunder indkapsling og opsamling af radioaktivt materiale, opsamling og opbevaring af forurenede vand og jord samt afvikling af værket – kostet over en billion danske kroner. Oprydningen forventes at vare mindst 30 år endnu.

Pga. afstanden til Japan var der ingen risiko for forurening i Danmark, men danske myndigheder, virksomheder og borgere måtte forholde sig til afledte konsekvenser. Beredskabsstyrelsen fik ekstraordinært travlt i samarbejde med bl.a. Sundhedsstyrelsen, Risø DTU, DMI, Fødevaresty-

relsen, Udenrigsministeriet og Danmarks Ambassade i Tokyo. Den Internationale Operative Stab (IOS) blev aktiveret i Udenrigsministeriet, og i Beredskabsstyrelsens hovedkvarter blev der, udover en krisestab, samlet en ekspertgruppe og etableret et callcenter til at besvare befolkningens og erhvervslivets spørgsmål.

Beredskabsstyrelsen og Sundhedsstyrelsen ydede ligeledes rådgivning ifm. Udenrigsministeriets rejsevejledning for Japan. Beredskabsstyrelsen sendte endvidere eksperter til Japan som en del af en EU-mission og til ambassaden i Tokyo for at rådgive om beredskabsmæssige og strålingsrelaterede forhold.

I de efterfølgende år medførte Fukushima-ulykken intens international opmærksomhed på kernekraftværkers sikkerhed. I EU blev der i 2011-2012 gennemført stresstests af alle kernekraftværker med særligt fokus på konsekvenser af mulige naturkatastrofer. Myndighederne i de enkelte lande har sidenhen gennemført mange forbedringer på baggrund af konkrete handleplaner. I Danmark medførte ulykken bl.a. øget fokus på planlægning og øvelser samt uddannelse af en række specialister i Beredskabsstyrelsen til at måle mere detaljeret for radioaktiv forurening.

Hvad nu hvis...

... et nukleart drevet fartøj kolliderer voldsomt med et containerskib. Der udbryder brand på fartøjet og røgudvikling fra reaktorrummet. For bedre at kunne kontrollere ulykken, sætter kaptajnen herefter bevidst fartøjet på grund få kilometer fra den danske kyst. Det viser sig imidlertid, at reaktorens indeslutning og nedkølingssystem er langt mere alvorligt skadet under kollisionen end først antaget. Selvom der ikke er mangel på kølevand, kan en luftbåren spredning ikke forhindres, reaktoren kommer ud af kontrol, og det meste af besætningen forlader fartøjet. Efter nogle timer eksploderer reaktorrummet, og et stort radioaktivt udslip bevæger sig med vinden

hastigt ind over land. Da det både blæser og regner kraftigt, sker der radioaktivt forurening af et større antal områder ('hotspots') fordelt over et samlet areal på 100-1.000 km². Forureningen påvirker både beboede områder, industribygninger, transportmidler, afgrøder, naturområder og havmiljøet.

De danske myndigheder opfordrer i første omgang befolkningen i de berørte områder til at gå inden døre, og igangsætter et omfattende krisekommunikationsarbejde for at oplyse og berolige borgere i hele landet. Strålingsniveauet er ikke umiddelbart livsfarligt, men angst og utryghed breder sig alligevel. Mange borgere selv-

evakuerer, og fanges i køer på veje i områder, som kan blive ramt af radioaktiv regn. Endnu flere forsøger at kontakte myndigheder og læger for at få individuel rådgivning. Ulykken i sig selv koster ikke liv eller tilfælde af strålesyge, men et stort antal mennesker i de ramte områder samt blandt indsatspersonel bliver senere diagnosticeret med stress, angst, depression, PTSD og lign. De langsigtede virkninger på samfund, miljø og økonomi bliver også vidtrækkende pga. udgifter til oprensning af jord og bebyggelse, fødevare-restriktioner, destruktion af afgrøder, aflivning af landbrugsbesætninger, fiskeriforbud, faldende huspriser og nedsat turisme i de berørte områder.

ULYKKER MED KEMISKE STOFFER



Ulykken på Fredericia Havn i 2016

Den 3. februar 2016 kollapsede en 10.000 m³ stor tank med kvælstofholdig gødning ved en virksomhed på Fredericia Havn. Tanken var en del af et større tankanlæg, og kollapsede forårsagede sammenstyrtninger af eller skader på flere andre tanke, herunder en tank hos nabovirksomheden indeholdende palmeolie.

Store mængder gødning og palmeolie lækkede ud i industriområdet, hvor det antændte, og der udviklede sig en storbrand. Den ophedede palmeolie var vanskelig at slukke, og der var frygt for en tryksprængning af tanken. Flere hundrede borgere blev derfor evakueret fra området, togdriften blev indstillet, og nærliggende veje spærret af.

Palmeolien kunne efterfølgende samles op fra havnearealet og på strande i nærheden, hvor det skyllede i land. Der lækede dog også ca. 2.750 tons kvælstof fra gødningstanken ud i Lillebælt. Trods indledende frygt for, at udslippet ville medføre en miljøkatastrofe i Lillebælt, konkluderede Miljøstyrelsen i 2018, at udslippet ikke havde medført en betydelig negativ påvirkning af kystvandene.



Karakteristik

Ulykker med kemiske stoffer er oftest enten industriulykker eller transportulykker, hvor de involverede stoffers farlige egenskaber ved brand, eksplosion eller udslip kan medføre væsentlig fare for personer, ejendom og miljø. Det drejer sig særligt om brand- og eksplosionsfarlige stoffer, giftige (toksiske) stoffer samt miljøfarlige stoffer. Dette kapitel omhandler alene ulykker med kemiske stoffer på land, mens ulykker til søs beskrives i kapitlet om maritime ulykker.

Ulykker med kemiske stoffer opstår ved ukontrollerede hændelsesforløb under fremstilling, transport, opbevaring, omladning eller anvendelse. Store oplag af kemiske stoffer findes typisk i industrianlæg, men store ulykker kan også opstå ved fx udslip af ammoniak fra større klimaanlæg i butikscentre og andre bygninger, der ikke kan betegnes som industrivirksomheder.

Virksomheder med store oplag af brand- og eksplosionsfarlige, giftige og miljøfarlige stoffer karakteriseres som risikovirksomheder. Der findes mange forskellige risikovirksomheder, men i Danmark udgør olielagre og raffinaderier nogle af de største. Reglerne for risikovirksomheder administreres af flere myndigheder og er forankret i det EU-direktiv, der i daglig tale kaldes Seveso-direktivet. Dette samt flere andre regelsæt (bl.a. EU's REACH-forordning samt pesticid- og biocid-direktiverne) identificerer en lang række kemiske stoffer med farlige egenskaber.

Årsager til industriulykker med kemiske stoffer kan som udgangspunkt opdeles i menneskelige fejl, tekniske fejl og eksterne årsager, selvom der ofte vil være tale om en kombination.

Menneskelige fejl omfatter direkte operatørfejl, som fx tilsigtet eller utilsigtet tilsidesættelse af sikkerhedsprocedurer eller manglende opmærksomhed. Menneskelige fejl kan også være systemiske, fx utilstrækkelig sikkerhedskultur, manglende revision, dårlig vedligeholdelse, uegnede faciliteter eller bevidste besparelser på bemanding eller faciliteter.

Tekniske fejl kan opstå i udstyr eller systemer som fx ubemærket slitage, ældning, opbygning af statisk elektricitet eller utilsigtet tilstedeværelse af andre tændkilder.

Eksterne risici drejer sig om forhold eller begivenheder uden for virksomheden som fx ekstreme vejrhændelser, ulykker i nabovirksomheder eller sabotage af fysiske installationer og it-systemer.

Landtransportulykker med kemiske stoffer kan opstå ved erhvervsmæssig transport i tankkøretøjer, jernbanetankvogne, containere og andre beholdere. Årsagerne kan dels være kollisioner, påkørsler og afsporinger, dels situationer, hvor godset ikke er håndteret korrekt under emballering og transport (fx lækage).

Forekomst

Industriulykker og transportulykker med kemiske stoffer kan ske mange steder. I Danmark er der ca. 150 risikovirksomheder, og nogle af dem ligger i eller nær befolkede områder, fx i havneområder. Jernbanestrækninger og vejtransportruter for farligt gods går ligeledes flere steder gennem tæt befolkede områder, om end der for vejtransport er særligt påbudte ruter for transport af visse kemiske stoffer.

Lagervirksomheder, som midlertidigt opbevarer gods til videretransport og distribution, kan også have stoffer på lager, der ved lækage eller brand kan udgøre en fare. Forholdsvist almindeligt forekommende stoffer som fx kunstgødning, olieprodukter, stærke syrer eller klorholdige produkter kan i utilsigtet kombination med andre stoffer blive eksplosive, særligt brandfarlige, giftige og/eller miljøskadelige.

Derudover findes ammoniak, der er en af de mest almindeligt forekommende gasarter i Danmark, bl.a. i røggasrensingsanlæg på kraftværker og køleanlæg inden for fødevareproduktion. Ammoniak opbevares som flydende gas under tryk. Ved brud på tanke, rør eller lignende frigives ammoniak derfor hurtigt. Gassen er ætsende og giftig ved spredning i luften.

Klor og klorholdige produkter anvendes i større mængder i industrien til fremstilling af plastik, maling og nylon samt som rengørings- og desinficeringsmiddel i svømmehaller mv. Klor transporteres i store tanke fordråbet under tryk. Ved brud på tankene kan en giftig og ætsende klorsky blive spredt over et stort areal.

Som en del af de almindelige forsyningskæder af brændstof findes der ca. 10 store kommercielle depoter med olieprodukter rundt omkring i landet. Disse er oftest placeret i havneområder ved større byer, og ulykker ved disse depoter kan derfor få alvorlige konsekvenser.

ske som følge af trykbølger, flyvende fragmenter, kraftig strålevarme, sammenstyrtninger samt spredning af røg og giftige gasser. Særligt den luftbårne spredning af store mængder farlige kemiske stoffer i tæt befolkede områder kan få alvorlige helbredsmæssige konsekvenser. Det drejer sig typisk om vejtrækningsproblemer og irritation af øjnene.

Afhængig af en ulykkes kompleksitet og omfang vil skadestedet endvidere kunne indeholde mange farer for det indsatte personel, fx risiko for sekundære eksplosioner, ukontrollerbar brandspredning, pludselige sammenstyrtninger, uventede udslip af kemiske stoffer mv. Nødvendige

forholdsregler af hensyn til indsatspersonellets sikkerhed kan derfor påvirke udførelsen af akutte indsatsopgaver fx evakuering af nødstedte eller forebyggelse af yderligere brand- og eksplosionsfare.

Personskader kan desuden opstå, hvis borgere ikke følger myndighedsanvisninger om at gå inden døre, lukke vinduer, overholde sikkerhedsafstande mv.

I tillæg til den umiddelbare personfare kan ulykker med kemiske stoffer også udgøre en fare på længere sigt. Konsekvenserne af udslip for det omgivende miljø, herunder dyr, planter, jordarealer, vandmiljø og grundvand, kan være meget store, og i nogle tilfælde tager det flere år at reetablere miljøet i et forurenede område.

Konsekvenser

Pga. stort fokus på sikkerhed og forebyggelse har ulykker med kemiske stoffer sjældent katastrofale konsekvenser, men der findes undtagelser.

Kemiske ulykker kan for det første udgøre en direkte fare for liv og helbred ved indånding af gasser eller kontakt med faste stoffer og væsker. Dernæst kan kemiske ulykker også medføre eksplosioner og voldsomme brande, hvor de kan resultere i mange dræbte og svært tilskadekomne på og umiddelbart nær et skadested. Det kan

Udover konsekvenser for liv, helbred og miljø kan ulykker med kemiske stoffer også medføre tab af ejendom og store økonomiske udgifter. Hvis en ulykke skyldes en brand, eksplosion, kollision eller lignende, kan der være omfattende materielle skader på bygninger, transportmidler og infrastruktur. Samtidig kan der være store udgifter forbundet med rensning og/eller dekontaminering og efterfølgende bortskaffelse af forurenede vand og jord. Evt. genhusning af og erstatning til berørte borgere kan også være en langvarig og bekostelig proces.



Endeligt kan ulykker med kemiske stoffer potentielt få konsekvenser for tilgængeligheden af visse samfundsvigtige funktioner. Drikkevandsforsyningen i et lokalområde kan fx blive alvorligt påvirket, hvis farlige kemiske stoffer trænger ned i grundvandet. Inden for transportsektoren kan det evt. blive nødvendigt at omlægge trafik i en længere periode. En ulykke på et depot med olieprodukter kan på kort sigt påvirke forsynings sikkerheden af brændstof i regionen, hvilket igen kan påvirke bl.a. transportinfrastruktur.

Karakteren og omfanget af de mulige konsekvenser er meget situationsafhængige og påvirkes bl.a. af:

- De kemiske stoffers mængde, giftighed, miljøskadelige virkning, placering og egenskaber ift. brand- og eksplosionsfarlighed.
- Antallet og pålideligheden af de sikkerhedsforanstaltninger, der er etableret fx på baggrund af lovkrav om forebyggelse.
- Vejrforholdene på ulykkestidspunktet, herunder vindstyrke, vindretning og nedbørsmængde.
- Antallet af personer i umiddelbar nærhed af ulykken og afstanden til de nærmeste beboelser og virksomheder.
- Det omgivende miljøes sårbarhed over for forurening, herunder økosystemets tilpasningsevne.
- Tilgængelig viden om det kemiske stof og de lokale forhold på ulykkesstedet.
- Effektiviteten af varsling og den begrænsende og afhjælpende indsats med akut livreddende indsats, afskærmning og håndhævelse af sikkerhedsafstande, rensning og dekontaminering.

- Effektiviteten af den efterfølgende oprydning, følgeskadebekæmpelse og miljøsanering.

Hændelsestypens konsekvenser



Liv



Helbred



Miljø



Økonomi



Ejendom



Samfundsvigtige funktioner

Alvorlige

Ekstreme

Tendenser

Produktion, opbevaring, anvendelse og transport af farlige kemiske stoffer i Danmark er begrænset sammenlignet med mange andre lande i Europa, men vil også fremover være nødvendig, da stofferne benyttes i mange industrielle processer.

Strengere regelværk og udfasning af de mest sundheds- og miljøskadelige stoffer kan i et vist omfang betyde, at der fremover vil være færre farlige kemiske stoffer i Danmark, hvorved risikoen for visse typer af industriulykker nedsættes. Modsat skal det bemærkes, at visse kemiske stoffer, som ikke anvendes i større mængder herhjemme, transporteres igennem Danmark. Generelt ses der en forøgelse af trafikmængden, hvilket alt andet lige også forøger risikoen for transportulykker med farlige kemiske stoffer.



Herudover kan ændringer i danske vejrforhold pga. klimaforandringer evt. også øge risikoen for ulykker med kemiske stoffer forårsaget af ekstreme vejrhændelser.

Risikoen kan endvidere påvirkes i takt med, at byer udvides, hvis bebyggelse kommer tættere på eksisterende risikovirksomheder. Det understreger vigtigheden af et vedvarende fokus på risici ifm. myndigheders arealplanlægning. I det seneste årti har myndighederne generelt forbedret den administrative praksis omkring risikovirksomheder og transport af farligt gods, og fokus på effektiviteten af reglerne forventes at fortsætte.

Omvendt kan den generelle udvikling hen imod mere komplekse systemer med bl.a. øget gensidig afhængighed mellem virksomheder og øget brug af underleverandører gøre det stadigt sværere at holde overblik over disse afhængigheder og processer. Det kan øge risikoen for større industrielle uheld med kemiske stoffer.

Endelig kan nævnes, at der gennem de seneste år har været en stigning i produktion og forbrug af brandfarlige gasser som led i overgangen til mere klimavenlige energiformer, særligt brint, biogas og flydende naturgas kaldet LNG (liquified natural gas). Udviklingen forventes at fortsætte fremover med bl.a. etablering af brintanlæg, større biogasanlæg samt flere oplag af LNG fordelt rundt om i landet. Denne generelle øgning i produktion, transport og forbrug af brandfarlige og eksplosionsfarlige gasser øger risikoen for ulykker.

Eksempler

I Danmark sker der heldigvis sjældent ulykker med kemiske stoffer i industriel skala. Den største industrielle ulykke i nyere tid, set ud fra materielt skadesomfang, fandt sted den 3. november 2004 på en fyrværkerifabrik i Seest ved Kolding. Ulykken formodes startet ved, at en

medarbejder under tømning af en container tabte en kasse med raketter, som blev antændt. Ilden bredte sig hurtigt til resten af fyrværkeriet samt til fyrværkeri på paller udenfor og i en åben nabcontainer. Efter ca. 1½ time indtraf en eksplosion i den ene container, og branden bredte sig til et lager, hvor der blev opbevaret over 800 tons fyrværkeri. Herefter indtraf yderligere tre eksplosioner på fabriksområdet, hvorved hele fabrikken samt bygninger i det omkringliggende område brød i brand.

Omtrent 800 mand deltog i bekæmpelsen af branden, heraf ca. 350 brandfolk, 150 politibetjente, 300 hjemmeværnsfolk samt personel og crashtendere fra Flyvevåbnet. En brandmand døde i indsatsen, og to blev alvorligt såret. Blandt beboerne i området kom 17 personer lettere til skade. Omkring 2.000 personer fra 760 boliger og medarbejdere fra omkringliggende virksomheder blev evakueret. I alt 12 virksomheder blev efterfølgende jævnet med jorden, og der var skader på ca. 350 parcelhuse, hvoraf mange brændte helt ned eller blev ubeboelige.

Det alvorligste danske transportuheld med farlige kemiske stoffer i nyere tid indtraf den 25. september 1992, hvor et godstog kørte ind i et tomt passagertog på Næstved Station. Flere togvogne blev afsporet og beskadiget. Da der først blev observeret væskeudslip, var den umiddelbare antagelse, at det kun drejede sig om dieselolie fra en tank. Det viste sig dog, at der også strømmede væske ud fra en væltet tankvogn med acrylonitril. Acrylonitril er et meget giftigt og brandfarligt kemikalie, der kan danne eksplosive blandinger med luft. Det kan forgifte mennesker via indånding af dampe og gennem huden, og ved brand kan det udvikle det endnu mere giftige stof hydrogencyanid (blåsyre). Området omkring den væltede tankvogn blev derfor afspærret og dækket med skum for at forebygge antænding og forgiftning. I alt løb der 400-600 liter acrylonitril ud på terrænet. Ulykken resulterede umiddelbart

i, at 52 personer blev indlagt på hospitalet. Miljøsaneringen, hvor der blev fjernet over 300 m³ acrylonitrilforurenede jord og 155 m³ olieforurenede jord, blev afsluttet i november 1996, mere end fire år efter ulykken.

Andre eksempler på større danske ulykker med kemiske stoffer inkluderer bl.a.:

- Forureningsulykken i Simmersted i 1972, hvor en tankvogn væltede og frigav større mængder giftig phenol tæt ved Simmersted Vandværk, som måtte lukke og aldrig blev genåbnet.

- Eksplosionen i ekstraktionsanlægget på Dansk Sojakagefabrik i København i 1980, som sårede 23 personer, krævede en langvarig grundig rensning af grunde og forårsagede skader for 200 mio. kr.
- Eksplosionen på Lindøværftet i 1994, hvor seks ansatte blev dræbt og 15 såret, efter at 900 liter dieselolie var ledt ud i en stor brændstoftank, hvorefter dampene blev antændt under svejsning på en supertanker.

Hvad nu hvis...

... der i løbet af en nat går hul på en tank med salpetersyre på en fødevarevirksomhed. Salpetersyre er en stærk syre, som bruges til rensning af produktionsudstyr. Den lække salpetersyre reagerer bl.a. med bygningens betongulv, hvorved der dannes meget giftige nitrøse gasser, som kan påvirke luftvejene ved indånding. Da første arbejds hold møder ind om morgenen og åbner for lagerbygningen,

strømmer de nitrøse gasser ud på fabriksområdet og de tilstødende lokaliteter.

Redningsberedskabet tilkaldes og arbejder på hurtigst muligt at stoppe udslippet fra fødevarevirksomheden. Redningsberedskabet går også i gang med at udlægge vandtåge for at styre spredningen af gasserne og dermed mindske fareområdet mest muligt. De gulbrune dampe af nitrøse gasser kan

dog allerede ses i et større område, og den nærliggende motorvej og jernbane lukkes for trafik. Det medfører problemer i morgentrafikken, og politiet er bekymrede for personerne i de mange ventende biler pga. risikoen for indånding af de giftige gasser. Samtidig begynder sundhedsvæsenet at få mange henvendelser fra bekymrede borgere.

MARITIME ULYKKER

Kæntringsulykken på Præstø Fjord



Den 11. februar 2011 kæntrede en dragebåd (fem meter lang kano) med to lærere og tretten efterskoleelever på Præstø Fjord, hvilket medførte en omfattende beredskabsindsats i luften, på vandet og på land. Den ene lærer omkom. Den anden lærer og alle 13 elever blev reddet, heraf syv i en yderst kritisk tilstand pga. ekstrem underafkøling. Læreren, som omkom, var erfaren i dragebådssejlads men ikke iført svømme- eller redningsvest. De øvrige fjorten var alle stort set uden erfaring, men iført svømmevest.

Da de sejlede ud var der angiveligt let vind og ingen nævneværdig sø. Vind og bølger tog imidlertid til, og efter 22 minutters sejlads besluttede gruppen at returnere til havn. Under vendemanøvren kæntrede dragebåden som følge af påvirkninger fra vind og sø og de ombordværendes bevægelser kombineret med bådens stabilitetsmæssige egenskaber. Båden vendte bunden i vej-

ret og alle femten endte i det vinterkolde vand (ca. 2 °C) omtrent 600 meter fra land. Ulykken var ikke observeret fra land, ingen kunne bunde, og der opstod hurtigt panik.

Efter forgæves forsøg på at vende båden, kom enkelte elever op på kølen, mens resten svømmede mod nærmeste kyst. Den ene lærer hjalp en pige, der var meget afkræftet og muligvis bevidstløs op på kølen af båden, og flere elever så ham efterfølgende sidde på kølen med hende. Herefter forsvandt han. Det lykkedes efter store anstrengelser for tre elever at svømme ind til land og få alarmeret til 1-1-2 henholdsvis 80, 84 og 106 minutter efter kæntringen, hvilket var afgørende for, at redningsaktionen blev iværksat. Ca. halvdelen blev reddet i livløs tilstand, i nogle tilfælde med hjertestop og kropstemperatur ned til 16 °C. Syv af eleverne blev lagt i kunstig koma af lægerne.



Karakteristik

Betegnelsen maritime ulykker dækker i dette kapitel over alle større hændelser til søs, som medfører tab af liv, skader på personer, ejendom eller miljø i et omfang, så det kræver en betydelig koordineret redningsindsats eller forureningsbekæmpelse. Denne type af hændelser vil ofte involvere fartøjer til godstransport, persontransport og fiskeri eller offshoreinstallationer. Set ift. redningsindsatsen vil nedstyrtning af et fly eller en helikopter over havet også udgøre en maritim ulykke.

Ulykker på havet er forbundet med særlige udfordringer. Reaktionstiden kan være øget pga. store afstande fra land, fordi indsatsmulighederne let begrænses af svære vejrforhold og fordi evakuering af et større antal personer er vanskelig og farlig i sig selv.

Grundstødning, kollision og brand hører til de oplagte farer, særligt ifm. skibstrafikken. Derudover er ulykker med omfattende forurening af havmiljø en særlig risiko.

Større skibe sejler ofte med betydelige mængder brændstof ombord, den såkaldte bunkerolie, hvilket gør, at olieforurening er en potentiel konsekvens selv ved ulykker, der ikke involverer transport af olie som gods. Hertil kommer egentlig udvinding og transport af olie, som kan give anledning til forureningsulykker af langt større dimensioner.

Andre kemikalier transporteres også på havet, men i mindre mængder, end olieskibe transporterer. Til gengæld er mange kemiske stoffer mere skadelige for helbred og havmiljø end olie, så selv udslip af mindre mængder kan give store miljømæssige problemer i indre farvande.

Maritime ulykker kan opstå som følge af menneskelige fejl, tekniske fejl, eksterne årsager eller en kombination af disse. Menneskelige fejl omfatter direkte operatørfejl, som fx bevidst eller ubevidst tilsidesættelse af sikkerhedsprocedurer eller

manglende opmærksomhed på farer. Menneskelige fejl kan også have mere systemisk karakter, såsom manglende vedligeholdelse over længere tid, utilstrækkelig sikkerhedskultur eller bevidste besparelser på bemanning og faciliteter.

Tekniske fejl kan opstå i udstyr eller systemer, som fx ubemærket slitage eller spontant opstået svigt af it-, kommunikations- eller navigationssystemer.

Eksterne årsager er anledninger til ulykker, der hverken skyldes materiel eller de personer, som betjener det. Der kan især være tale om ekstremt vejr. Særligt i Nordsøen er vejrforholdene omskiftelige og ofte voldsomme. En bevidst intention om at forårsage skade på personer eller ejendom, som fx brandstiftelse, sabotage eller cyberangreb, kan også betragtes som en ekstern årsag. Hertil kommer bevidste eller utilsigtede forstyrrelser af GNSS-signalet (Global Navigation Satellite System), enten fra militære aktører eller fra andre skibe, som ønsker at sløre deres position. Rumhændelser kan også forstyrre GNSS-signalet.

Forekomst

Danmark er en stor maritim nation efter enhver målestok. Den danske handelsflåde er verdens femtestørste og har de seneste år været i generel vækst. Det er dog kun et fåtal af skibene, som regelmæssigt anløber danske havne. Til gengæld er farvandet omkring Danmark meget trafikeret af fartøjer fra andre nationaliteter. Det skyldes især placeringen ved den vigtigste sejlbare adgang til Østersøen og dermed til mange vigtige havne. Samtidigt er Kattegat karakteriseret ved snævre sejlruiter og smalle passager igennem Storebælt og Øresund. Det bidrager til en særlig høj lokal trafiktæthed visse steder.

Hvert år passerer ca. 36.000 handelsskibe Øresund, mens godt 24.000 passerer Storebælt. Af denne trafik er omtrent 5.000 tankskibe, der typisk fragter råolie ud af Østersøen. Der anløber typisk mere end 375.000 skibe om året til danske

havne, hvoraf knapt 20.000 er last- og tankskibs-anløb.

Udover godstransport og erhvervsfiskeri er fritidssejlad og færgefart også en del af den daglige skibstrafik. Der er dagligt passagerfærger i rutefart mellem Danmark og Færøerne, Norge, Sverige og Tyskland samt en række indenrigs færgeruter, som forbinder de mange mindre øer med fastlandet.

I årene før COVID-19 pandemien, var krydstogturisme stærkt stigende, og samtidig er skibene blevet større for at kunne rumme flere passagerer. Danske havne oplevede næsten en fordobling af modtagne krydstogtskibe over 10 år. Der passerede fx 608 krydstogtskibe igennem Storebælt i perioden 2018-2020, heraf dog kun ganske få i 2020 pga. pandemien, som fortsat påvirker branchen.

Siden 1972 har flere operatører produceret olie og gas fra danske felter i Nordsøen, og der findes i dag 21 oliefelter i den danske del af Nordsøen, hvor i alt 55 faste platforme er i gang med olieudvinding. Hertil kommer et antal mobile platforme, der hovedsageligt anvendes til indkvartering, efterforskning og prøveboringer. Den danske olie- og gasudvinding øges frem mod 2027, hvorefter det er planlagt gradvist at afvikle produktionen. Flere andre lande, herunder Storbritannien, Norge og Nederlandene, har også aktive oliefelter i Nordsøen tæt på de danske. Den samlede mængde offshoreinstallationer, der vil kunne være årsag til miljøkatastrofer i dansk farvand eller ved danske kyster, rækker således udover aktiviteterne i de danske felter.

Der udskibes bl.a. store mængder olie fra havne-terminalen i Primorsk nordvest for Sankt Petersborg. Olien ankommer til dansk farvand på tankskibe med en kapacitet på op til 150.000 tons. I Kattegat, efter at skibene har passeret Storebælt eller Øresund, fyldes skibene helt op eller omlades til større tankere, som er mere omkostnings-

effektive på verdenshavene. Omladningen sker direkte fra skib til skib på havet.

Mht. antallet af større maritime ulykker i dansk farvand har frekvensen været lav i de seneste to årtier – både hvad angår personfarlige ulykker og forureningsulykker. Det skyldes et generelt øget fokus på sikkerhed, bedre organisering af proaktiv assistance og væsentligt bedre systemer til overvågning af den maritime trafik. Desuden er der i 2020 indført nye internationale skibsruter og skibsrutesystemer til bedre afvikling af trafikken i Skagerrak og Kattegat. Ruterne skal adskille modgående skibstrafik og dermed gøre sejladsen mere forudsigelig. Trods den generelt lave ulykkesfrekvens er risikoen for større maritime ulykker og katastrofer dog fortsat til stede.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppeghed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Konsekvenser

Maritime ulykker medfører altid en overhængende fare for de involverede personers liv og helbred. Det kan være en direkte følge af den konkrete ulykke ifm. en eksplosion, kollision eller brand. Faren for drukning eller underafkøling

(hypotermi) udgør også en risiko, særligt i koldt farvand som det danske og i særdeleshed i vinterhalvåret. Ved ulykker med færger og krydstogtskibe kan mange personer derfor være i fare, selv efter en evakueringsindsats er sat i gang.

Store skibe, som forulykker i indre farvande og havneområder, kan i nogen grad forårsage skade på infrastruktur. Sådanne skader eller blokering af transportveje kan medføre forsyningsforstyrrelser. Påsejling af danske broer er sjældne, og sker typisk i form af mindre broberøringer uden, at der sker strukturel skade på broerne. Efter et finsk fragtskib i 2012 påsejlede jernbanebroen over Limfjorden ved Aalborg, var togtrafikken til Vendsyssel dog afbrudt i mere end et år, før broen endeligt var færdigrepareret.

Olie- og kemikalieforureninger skader både hav- og kystmiljø og medfører ekstraordinært alvorlige konsekvenser, hvis de rammer særligt sårbare eller naturmæssigt vigtige områder. Ulykker, der medfører udslip af olie eller kemikalier, er særligt vanskelige at inddæmme og håndtere, når de forekommer på havet.

Afhængig af vejrforholdene kan spildt råolie og raffinerede olieprodukter brede sig over store arealer i havoverfladen og transportere sig over store afstande. Ved olieudslip vil man oftest søge at inddæmme olien og samle den op i tanke og containere eller nedbryde den på stedet.

Hvis olieforurening rammer en kyststrækning, kan den forårsage stor skade på dyre- og planteliv. Fugle er særligt udsatte selv ved små mængder olie. Samtidigt efterlades strandområder ubrugelige til rekreative formål og til stor skade

for turismen. Turismeindustrien omsætter for næsten 130 mia. kr. om året i Danmark, hvoraf kyst- og naturturisme tegner sig for op mod halvdelen. Samtidigt er lokale økonomier i flere af landets mindre, kystnære samfund direkte afhængige af indtægter fra sæsonbetinget turisme. En olieforurening, som rammer umiddelbart før eller under en turismæssig højsæson, kan således få store økonomiske konsekvenser.

Opsamling af olie, både på land og til havs, er en meget omkostningstung, mandskabskrævende og langvarig opgave. Den er dog nødvendig, da det kan vare årtier, før olien er nedbrudt af naturen selv og dermed ikke længere forstyrrer økosystemet. Afhængig af, hvor udslippet finder sted samt omfanget og varigheden af bekæmpelses- og opryddningsarbejdet, kan skibstrafikken også generes ved blokering af sejlruiter eller afspærring af havne.

Kemikalieudslip er generelt vanskeligere at håndtere, da kemikalier er meget forskellige. Synkende og vandopløselige kemikalier vil ikke kunne fjernes og kan derfor forårsage skadelige ændringer i havmiljøet, fx opblomstring af giftige alger. Andre kemikalier reagerer med havvandet og kan danne giftige og ætsende gasser. Sammenlignet med antallet af olietransporter er der kun få kemikalietransporter i danske farvande, men der er samtidigt også mere begrænsede erfaringer med at håndtere de mangeartede udfordringer, som kemikalieudslip til søs potentielt kan medføre.

Endelig kan både olie- og kemikalieudslip påvirke fiskeri og havbrug. Udover produktionstab kan fødevarer sikkerheden være truet og kræve en omfattende myndighedsindsats.



er indtruffet i Danmark. Det samme kan gælde risikoen for større udslip af kemikalier.

Klimaændringer kan potentielt også påvirke risikoen for maritime ulykker, eftersom kraftig vind og høje bølger øger faren for skibsforlis og på sigt også kan medføre øget slitage på den maritime infrastruktur. Klimamodellerne er ift. ekstreme vindforhold behæftet med større usikkerheder, men der kan konstateres en generel intensivering af vestenvinden i den nordlige del af Nordatlanten, hvorved især Nordsøen bliver mere udsat.

Tidssvarende internationale regler for sikkerhed til søs, teknologisk udvikling samt initiativer til at forbedre overvågningen af skibe vil øge evnen til at vejlede skibe gennem vanskelige eller trafikerede passager, evt. med dansk lods. Det kan bidrage til at mindske risikoen for fremtidige ulykker i danske farvande. Herudover vil internationalt samarbejde om udveksling af information, samt aftaler om assistance i tilfælde af større ulykker fortsat være af stor betydning.

Tendenser

Forureningsulykker med olie og kemikalier i danske farvande har hidtil været relativt begrænsede. Risikoen for flere og større udslip forventes dog ikke at blive mindre i fremtiden.

Antallet af skibe, der krydser de danske farvande, er generelt steget. I 2015-2020 var der fx årligt gennemsnitligt ca. 18.500 transitgennemsejlinger af store olie- eller lastskibe fra Bornholms Gat til Skagen gennem Øresund og Storebælt. Alt andet lige betyder øget skibstrafik i danske farvande samt brug af større skibe en forhøjet risiko for ulykker til søs.

Endvidere forventes skibenes størrelse at stige yderligere, hvilket primært vil øge belastningen på passagen gennem Storebælt og Skagerrak. Dette kombineret med, at de danske farvande kan være vanskelige at navigere i, vil øge risikoen for en kollision eller et havari, der resulterer i en olieforurening af en størrelse, som ikke hidtil

Det igangværende projekt omkring etablering af to energigør i danske farvande, vil i både konstruktions- og driftsfasen betyde øget skibstrafik omkring øerne og de tilknyttede vindmølleparker. På længere sigt vil det dog bidrage til at udfase behovet for udvinding af olie og gas. Dermed vil der på sigt forventeligt blive færre olietransporter og rørføringer, der udgør en risiko for olieudslip og forurening af havmiljøet.

Eksempler

Den værste ulykke med færger eller andre typer passagerskibe i dansk farvand indtraf den 8. juli 1959 på Haderslev Dam og kostede 57 mennesker livet. Efter turbåden "Turisten" fik motorstop kort før ankomst til Haderslev by, gik et forsøg på at påfylde benzin med nogle improviserede overskårne gummislangere galt. En af slangerne sprang af, så benzinen flød direkte ned på den glødende motor. Benzinen antændte, og med ét

stod båden i flammer. Der var 95 personer ombord til trods for, at båden kun var godkendt til at befordre 35, hvilket bidrog til, at der opstod panik. Mange hoppede overbord og kæmpede for at komme væk fra den brændende båd, hvorved de skubbede og trådte på hinanden. Af de omkomne døde 20 af forbrændinger, og 37 druknede, selv om vandet var så lavt, at de fleste kunne bunde.

Den værste ulykke nær dansk farvand indtraf natten til den 7. april 1990, hvor der udbrød brand på den danskejede passagerfærge MS Scandinavian Star. Færgen befandt sig i Skagerrak på vej fra Oslo til Frederikshavn. 159 af de 482 ombordværende omkom som følge af branden – de fleste pga. kulilteforgiftning eller indånding af giftig røg, mens de sov i deres kahytter. Først efter at færgen var blevet bugseret til den svenske kystby Lysekil, kunne branden slukkes fuldstændigt. Efterfølgende undersøgelser konstaterede, at branden var påsat.

Den hidtil største olieforurening i dansk farvand skete den 29. marts 2001, hvor olietankeren Baltic Carrier kolliderede med fragtskibet Tern ved Grønsund i farvandet sydøst for Falster. Kollisionen resulterede i et udslip estimeret til ca. 2.350 ton brændselolie af Baltic Carriers samlede last på ca. 33.000 tons. Svære vejrforhold vanskeliggjorde opsamling af olien på åbent hav, og meget olie drev ind på de østvendte kyster af Møn og Falster samt ind i Grønsund. Efter to ugers indsats var der opsamlet ca. 3.950 tons olie og olieforurenede materialer. Grønsund er et vigtigt yngleområde, og det skønnes, at op mod 20.000 fugle døde som følge af forureningen.

Et andet større olieudslip i dansk farvand indtraf den 31. maj 2003, hvor det kinesiske lastskib Fu Shan Hai sank ud for Bornholms nordspids, efter en kollision med containerskibet Gdynia. Fu Shan Hai var lastet med kunstgødning, og en del af de ca. 1.680 ton bunkerolie i skibets brændstoftanke flød ud i Østersøen, ca. tre km fra kysten. Olien spredte sig til kyststrækningerne omkring Ertholmene og store dele af det sydøstlige Skåne og resulterede i 1.000-1.500 døde fugle.

Den 3. marts 2005 sejlede fragtskibet M/V Karen Danielsen ad en forkert kurs på sin vej fra Svendborg til Finland. Skibet påsejlede Storebæltsbroens vestlige del og kilede sig fast under lavbroen. Hele skibets styrehus blev bøjet bagover ved kollisionen, og overstyrmanden blev dræbt, da han, som den eneste af skibets ti mand store besætning, befandt sig på broen. To af skibets kraner blev slået overbord, og der udbrød brand. Storebæltsforbindelsen blev lukket i ca. fem timer, indtil teknikere kunne konstatere, at kollisionen havde forårsaget synlige, men ikke strukturelle skader på konstruktionen.

Den 28. marts 2012 blev jernbanebroen mellem Aalborg og Nørresundby påsejlet af det finske containerskib Ramona. Det medførte så store skader, at der skulle bygges en ny broklap, og i over et år var der ingen jernbaneforbindelse over Limfjorden. Broen er en af Danmarks mest trafikerede broer for tog og skibe, og den langvarige afbrydelse samt nye bestemmelser for gennemsejling medførte betydelige konsekvenser for togpassagerer og erhvervsliv frem til genåbningen den 29. april 2013. Ulykken skyldes formentlig en fejl i kommunikationen mellem brovagten og skibet, men en søulykkesrapport kunne ikke give nogen af parterne det fulde ansvar. I et forlig indgået i 2014 accepterede Banedanmark godt fire mio. kr. fra skibets finske rederi, men kollisionen endte med at koste Banedanmark 46,6 mio. kr.

Den 23. september 2020 kolliderede et russisk flådefartøj med det 145 meter lange fragtskib Ice Rose. Kollisionen skete lidt syd for Øresundsbroen. Flådefartøjet sejlede uden aktiveret automatisk identifikationssystem (AIS), selvom sigtbarheden lå på 50 m grundet tæt tåge. Den maritime havarikommission konkluderede, at navigationsfejl om bord på begge skibe antages at være årsag til kollisionen. Både et dansk patruljeskib og svenske myndigheder kom til stedet. Der skete ingen personskader ifm. sammenstødet.

Hvad nu hvis...

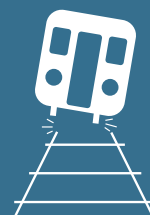
... et fragtskib på vej mod Baltikum, pga. uopmærksomhed på skibets kommandobro, ikke får navigeret mod øst efter passage af Øresund og Falsterborevet. Samtidig er et mindre krydstogtskib med 1.000 passagerer på vej fra den østsvenske skærgård mod Lübeck. De to skibe kolliderer voldsomt. Det er nat i januar, og både vand- og lufttemperaturer er efter danske forhold ekstremt kolde. Samtidig blæser der en hård vind, som skaber bølger på to meter i Østersøen.

Kollisionen forårsager dødsfald og alvorlige skader blandt en del af passagerene, da de vælter ud af deres senge og rammer gulvet og inventar i kahytterne. Fragtskibet får store skader på skroget og bryder i brand. Krydstogtskibet får skader på ror, og kan ikke manøvrere i den hårde vind. Krydstogtskibets passagerer og besætning bliver kort efter kollisionen evakueret til redningsflåderne og flyder ud i mørket.

Forsvarets redningshelikoptere samt flere skibe har samlet sig omkring ulykkesstedet for at hjælpe med at samle de mange afkølede og behandlingskrævende passagerer op. De høje bølger har fået flere af redningsflåderne til at kæntre, hvilket besværliggør redningen af de mange passagerer. Efterhånden som redningsaktionen trækker ud og flere af de nødstedte passagerer bliver kritisk underafkølede, øges presset voldsomt på hospitalernes kapacitet.

TRANSPORT ULYKKER

Togulykken på Storebæltsbroen i 2019



Den 2. januar 2019, mens vinden blæste med næsten stormstyrke, kolliderede en tom sættevogn fra et godstog med lyn-toget ICL 210 på vej over lavbroen på Storebæltsforbindelsen. En låsemekanisme på godstoget, som skulle have låst sættevognen fast til godsvognen, fungerede ikke og var dermed medvirkende til, at vinden kunne løsrive sættevognen. På kollisionstidspunktet kørte begge tog med en hastighed på ca. 120 km/t. Trailerladet trængte op gennem lyntogets venstre side og ramte de passagerer, der befandt sig i den side i togets forreste vognafdeling. Sættevognstraileren standsede inde i lyntoget og var derefter kilet op mod godstogets øvrige vogne og

sættevognstrailere, mens togene passede hinanden, hvilket medførte ødelæggelser fra løsrevne dele og skader på de efterfølgende vogne i lyntoget. Af de 134 personer om bord mistede otte personer livet, og 18 blev kvæstet, heraf fire alvorligt. Redningsindsatsen besværliggjordes bl.a. af blæst og temperaturer tæt på frysepunktet, af problemer med radiokommunikationen, af de betydelige skader på toget, af nedfaldne køreledninger på begge jernbanespor samt af tabt gods over flere kilometer på både jernbanespor og vejbaner, hvilket gjorde fremkørslen til ulykken vanskelig. Ulykken var Danmarks værste togulykke i mere end 30 år.



Karakteristik

Betegnelsen transportulykker omfatter i dette kapitel ulykker med transportmidler, som involverer transport af mennesker eller gods i luftfartsektoren og landtransportsektoren (vej og jernbane) samt ulykker, som rammer relateret transportinfrastruktur. Transportulykker til søs indgår i rapportens kapitel om maritime ulykker.

Årsager til transportulykker kan principielt opdeles i menneskelige fejl, tekniske fejl og eksterne årsager, selvom der ifm. en ulykke ofte vil være tale om en kombination. Menneskelige fejl omfatter direkte operatørfejl som fx bevidst eller ubevidst tilsidesættelse af sikkerhedsprocedurer eller manglende opmærksomhed. Menneskelige fejl kan også være systemiske, fx utilstrækkelig sikkerhedskultur, manglende revision og vedligeholdelse eller bevidste besparelser på bemanding, uddannelse eller faciliteter. Tekniske fejl kan opstå i selve transportmidlerne eller i systemerne, som bruges til at styre og overvåge dem. Eksempler herpå er materialesvigt, kortslutning, computerfejl og it-nedbrud. Eksterne risici drejer sig om forhold eller begivenheder, som omfatter forskellige vejrfænomener samt forsætlige handlinger som fx hærverk eller cyberhændelser.

Transportulykker i luftfartsektoren kan opstå ombord på fly, som resultat af kollision i luften eller på start- og landingsbaner i lufthavne. De potentielt største risici relaterer sig til ulykker med store passagerfly. Flyulykker forekommer typisk under start og landing, men de kan også forekomme undervejs. Flyulykker kan skyldes kollisioner med andre objekter. Det kan fx være andre fly, helikoptere, droner eller fugleflokke. Flyulykker kan også forårsages af motor- eller navigationsfejl eller andre tekniske fejl. Utilsigtede menneskelige fejl og bevidste handlinger kan også lede til flyulykker. Fly indeholder typisk meget brændstof i det tidsrum, der ligger op til flyenes start, hvilket kan betyde øget risiko for eksplosiv brand ved en ulykke.

Transportulykker i landtransportsektorerne kan opstå på jernbanestrækninger, veje og tilknyttet infrastruktur som broer, tunneler, stationer, holdepladser, fragtcentraler mv. Den potentielle risiko for mange tilskadekomne er størst i transportformer, hvor der færdes mange mennesker, fx tog og metro. Kollisioner mellem tog, der kører på samme spor eller krydser hinandens spor, kan ske pga. fejl disponering eller uagtsomhed i fjernstyringscentralen eller på kommandoposter, eller hvis en lokomotivfører passerer signaler forsætligt eller pga. uagtsomhed.

Derudover kan beskadigede spor- og sikringsanlæg medføre, at et tog afspores enten på en åben strækning eller på et sted, hvor det kan kolliderer med andre tog, bygninger, broer eller anden infrastruktur. Materialefejl på selve togene eller på strækningen (fx i skinner og sporskiftesystemer) kan medføre de samme konsekvenser. Der findes også muligheden for, at tog påkører arbejdskøretøjer og maskiner, der enten arbejder eller er henstillet på eller tæt ved skinnerne. Vejrhændelser som eksempelvis ekstremregn eller storme og orkaner kan skylle materiale væk under skinnerne eller vælte træer på skinnerne og dermed afspore tog. Ved sådanne ulykker vil ofrene ikke nødvendigvis begrænse sig til passagerer og togpersonale, men kan også inkludere personer i umiddelbar nærhed af skadestedet.

En kollision mellem et tog og et andet køretøj i en vejoverskæring går normalt værst udover sidstnævnte (fx hvis en bilist overser et varslingsanlæg i en overkørsel). Afhængigt af togets fart og det andet køretøjs størrelse og vægt (fx lastvogn, arbejdsmaskine eller lign), kan kollisionen i værste fald afspore og vælte toget, og dermed føre til en større ulykke. Eksempler herpå er set flere gange i udlandet.

På vejene kan ulykker opstå ved påkørsler og kollisioner mellem busser, lastbiler, personbiler mv. samt ved påkørsel af personer, fx cyklister og

almindeligt gående, eller ifm. vejarbejde. Trafikuheld på veje er hyppige, men i relation til det nationale risikobillede også den mindst alvorlige type transportulykke. I nogle tilfælde kan konsekvenserne dog være store, som fx ved busulykker, som involverer mange passagerer eller massesammenstød på motorveje. Komplicerede uheld medfører ikke nødvendigvis store menneskelige tab, men hvis de sker i tunneler eller på broer, kan det betyde lange afbrydelser af kritisk infrastruktur med store økonomiske konsekvenser.

Forekomst

Lufttransport er statistisk set den sikreste transportform – betydeligt mere sikker end transport i tog, bus og især privatbil. Dette skyldes bl.a. en høj sikkerhedskultur, internationale standardiseringer af regler og en god koordination og styring af flytrafikken. Større flyulykker med dødelig udgang er sjældent forekommet i Danmark. Den seneste hændelse indtraf i 1989, hvor et norsk charterfly styrtede ned i Skagerrak, hvorved alle 55 ombordværende omkom.

Jernbanen i Danmark karakteriseres af et højt sikkerhedsniveau med et lavt antal omkomne og alvorligt tilskadekomne sammenlignet med øvrige EU-lande. Storebæltssulykken (beskrevet i kapitlets indledende tekstboks) indebar dog en væsentlig stigning i antallet af dødsfald i 2019. Det generelt høje sikkerhedsniveau i sektoren skyldes bl.a., at langt størsteparten af jernbaneinfrastrukturen er overvåget af automatisk togkontrol (ATC), og at togenes hastighed nedsættes i situationer hvor togkontrollsystemet af den ene eller anden årsag ikke er aktivt. For passagertog er en stor del af trafikken i eget tracé uden krydsende trafik og afgrænset ift. større eksterne objekter. I Metroen er der desuden automatisk trafikafvikling (førerløs drift), som derfor er uden

risici for menneskelige fejl disponeringer eller uagtsomhed.

På vejnettet i Danmark blev det højeste antal trafikdræbte registreret i 1971 med 1.213 personer. Siden dengang er tallet faldet betydeligt. Fra 2010 til 2019 faldt tallene fx fra 255 dræbte til 199. I 2020 faldt antallet til 163 (det laveste tal siden 1930'erne), og hvilket dog delvist kan forklares med den begrænsede trafik under nedlukningen af Danmark pga. COVID-19 pandemien. Tendensen fortsatte i 2021 (dødstallet var 120 ved udgangen af november 2021).

Antallet dækker over mange mindre enkelthændelser med få dræbte eller tilskadekomne, som håndteres lokalt. Trafikulykker med mere end to dræbte er ikke hyppigt forekommende på det danske vejnet. Hastighedsbegrænsninger, kontroller, fartdæmpende foranstaltninger, bedre skiltning og ikke mindst et øget sikkerhedsniveau i busser, lastbiler, biler mv. har haft en positiv effekt på udviklingen.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppighed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Konsekvenser

Ved transport af mange mennesker kan en ulykke medføre et stort antal dræbte og sårede. Fly og tog kan transportere flere mennesker end biler og busser, og dermed kan der også være flere potentielle ofre. Skadesteder ved komplekse transportulykker kan endvidere indebære mange farer for indsatspersonellet i redningsindsatsen.

Ved flyhavarier over land vil ofrene ikke nødvendigvis begrænse sig til passagerer og besætningsmedlemmer, da vragdele og en evt. eksplosiv brand kan dræbe og såre mennesker på jorden.

Større transportulykker kan også forårsage omfattende materielle skader, dels på de involverede transportmidler, dels på infrastruktur og bebyggelse, som måtte blive ramt af de forulykkede transportmidler eller vragdele som fx ved flystyrt eller afsporinger og kollisioner med tog.

Udover personskader og materielle skader kan transportulykker have miljømæssige konsekvenser i form af forurening. Transportulykker med farligt gods behandles imidlertid i kapitlet om ulykker med kemiske stoffer samt i kapitlet om maritime ulykker.

Reparation og oprydning efter transportulykker kan være forbundet med store omkostninger. Hvis skaderne nødvendiggør længerevarende omlægning af trafik eller organisering af alternative transportløsninger, vil det typisk også medføre store udgifter. Transportulykker kan herudover være en betydelig økonomisk belastning for operatøren, hvis driften afbrydes i længere tid. Årsagen til driftsstop kan være skader på infrastruktur eller sikkerhedsmæssige betænkeligheder, som når fx visse typer fly eller tog ikke må tages i brug, førend der er foretaget en grundig efterprøvning for fejl, og de kan godkendes.

Endelig vil det kunne få store afledte konsekvenser for opretholdelsen af samfundsvigtige funk-

tioner, hvis en større transportulykke langvarigt påvirker kritisk infrastruktur som fx en lufthavn, havn, sejlroute, bro, tunnel, station, vigtig jernbane- eller motorvejstrækning. En afbrydelse af vej- og jernbanetrafik via den faste forbindelse over Storebælt eller Øresund vil fx både påvirke store dele af befolkningen og erhvervslivet samt få en international dimension med negativ indvirkning på transporten mellem det øvrige Skandinavien og kontinentet. Lignende effekter vil kunne indtræffe, hvis en større flyulykke medfører midlertidig lukning af især Københavns Lufthavn, som fungerer som knudepunkt for hele Skandinavien.

Hændelsestypens konsekvenser



Liv



Helbred



Miljø



Økonomi



Ejendom



Samfundsvigtige funktioner

Alvorlige

Ekstreme

Tendenser

Risikogrundlaget for transportulykker i luftfarten kan ændre sig over de næste år, bl.a. fordi der forventes et stigende antal privatejede og kommercielle droner i luften til forskellige formål. Dronerne bliver fortsat billigere, udstyret med nye funktioner til fx overvågning, inspektion,



fotografi og opmåling af områder. Dronerne bliver også nemmere at styre, hvilket sammen med de andre faktorer vil øge deres popularitet og anvendelse. Til gengæld blev der den 1. januar 2021 indført nye EU-fælles droneregler, som bl.a. skal øge sikkerheden.

Øget lufttrafik generelt vil alt andet lige også øge risikoen for ulykker. Fra 2016 til 2019, dvs. inden COVID-19 medførte en drastisk reduktion af flytrafikken, havde de større civilt betjente lufthavne i Danmark et let stigende antal afrejsende passagerer. Antallet steg fra 17,3 mio. i 2016 til 18,2 mio. i 2019. Den europæiske organisation for flyvesikkerhed Eurocontrol har vurderet, at antallet af kommercielle passagerflyvninger inden for få år kan stige til et niveau, som ligger på eller over niveauet inden COVID-19 ramte luftfartsektoren.

Hvis de udenrigs- og sikkerhedspolitiske spændinger mellem Vesten og Rusland forbliver på det nuværende niveau eller tiltager, stiger risikoen for transportulykker i luften. Det skyldes risikofyldte aktiviteter, som omfatter forstyrrelse eller blokering af GNSS-signalet og militære flyvninger med slukkede transpondere. For civile fly kan herved opstå en risiko for at kolliderer med militære fly, idet fly med slukkede transpondere er vanskeligere at identificere.

På jernbaneområdet arbejdes der fortsat med at reducere antallet af overskæringer over hele landet. Hertil kommer nyere tiltag ifm. fornyelse af skinner og signalsystemer mv.

På vejnettet ses der i disse år en tendens mod mere bus- og lastbiltransport (både til person- og godstransport) end tidligere. Faste buslinjer har etableret sig som alternativer til togforbindelserne. Flere busser og lastbiler på vejnettet øger alt andet lige risikoen for flere dræbte eller tilskadekomne per ulykke.

Selvom der ikke forventes fuldstændig selvkørende biler på det danske marked inden for den

næste årrække, vil mange biler have halvautomatiserede funktioner og et øget brug af kørestøttesystemer i køretøjer på vejnettet. Om dette vil påvirke trafikikkerheden positivt eller negativt er i dag ikke til at sige.

Der fandtes ved udgangen af november 2021 over 60.000 elbiler i Danmark, som dermed svarer til ca. 2,2 pct. af de ca. 2,78 mio. registrerede personbiler. Dette er en firedobling på blot to år, og antallet forventes fortsat stærkt stigende. Elbiler benytter lithium-ion batterier, der kan give voldsomme og langvarige brande med meget giftig røg, som herudover er komplicerede at slukke. I tilfælde af at flere elbiler måtte bryde i brand samtidigt, fx i et parkeringshus eller tunnel, kan der opstå meget komplekse ulykker.

Eksempler

Den værste flykatastrofe i dansk område fandt sted den 8. september 1989. Et privatchartret fly fyldt med passager fra et norsk rederi var på vej fra Oslo mod Hamborg. Kort efter flyet var fløjet ind i dansk luftrum, styrtede det i havet 18 km nord fra Hirtshals. Styrtet skyldtes, at reservedele i flyets hale ikke levede op til krav om styrke og hårdhed, hvilket fik halen til at bryde sammen. Alle 55 ombordværende mistede livet.

Den næstværste ulykke skete den 28. august 1971, da et rutefly fra det ungarske selskab Malév på vej til Budapest styrtede ned kort før en mellemlanding i Københavns Lufthavn, hvorved 31 omkom og kun tre overlevede.

Når det gælder ruteflytrafik med danske kommercielle interesser, indtraf den værste flyulykke i SAS' historie i Linate Lufthavn uden for Milano den 8. oktober 2001. Da et SAS rutefly startede, kørte et mindre tysk-registreret Cessna-fly ind i siden af ruteflyet, som derefter kurede ind i en bagagehal. Samtlige 110 ombordværende på SAS-flyet omkom, heriblandt 16 danske passagerer, to danske besætningsmedlemmer, fire personer i Cessna-flyet og fire personer i bagagehallen.

Den værste jernbaneulykke i Danmark i nyere tid indtraf den 25. april 1988, hvor et intercitytog forulykkede uden for Sorø. Flere togvogne blev afsporet og væltede på sporene, kort før toget nåede Sorø Station. Otte personer blev dræbt, og 72 blev såret. Undersøgelserne viste, at årsagen til ulykken skyldtes for høj hastighed. Toget kørte 120 km/t, hvor den maksimalt tilladte hastighed var 80 km/t.

Blandt større ulykker på vejnettet kan nævnes ulykken den 27. februar 2001, hvor en dobbelt-dækkerbus kørte ind i Knippelsbro i København. Chaufføren kørte for hurtigt og overså advarsels-skilte om broens frihøjde. Taget på bussens øverste etage blev skrællet af. Ulykken resulterede i to dræbte og ti alvorligt tilskadekomne.

Hvad nu hvis...

... en elbil standser på en af de danske hængebroer pga. en teknisk fejl. Chaufføren af en tanklastbil med brandfarligt materiale opdager den standse elbil for sent og når ikke at bremse. Efter kollisionen vælter tanklastbilen og bryder i brand. Kollisionen medfører umiddelbart at fire personer

dør i elbilen og tanklastbilen, og syv såres i andre køretøjer på broen.

Brand i elbilens batteripakke giver efterfølgende ekstra næring til lastbilbranden, da der opstår en opblussende, selvforstærkende forbrænding kaldet 'thermal runaway', og

branden når hurtigt en temperatur på over 1.000 °C. Branden varer i flere timer og beskadiger hængebroen i så høj grad, at de første estimerer peger på en lukning af 6-12 måneders varighed inden genåbning er forsvarlig.

A photograph of a server room with rows of server racks. The racks are filled with equipment, and many colorful cables (yellow, blue, purple) are visible, bundled together. The room has a polished floor and overhead lighting, creating a professional and technical atmosphere.

CYBER- HÆNDELSER



NotPetya-angrebet i 2017



Den 27. juni 2017 blev A.P. Møller-Mærsk ramt af et malwarecyberangreb kaldet NotPetya. NotPetya udgav sig for at være ransomware, (dvs. hvor angriberen kræver en løsesum), men havde reelt destruktiv karakter. Fra Ukraine spredte NotPetya sig inden for få timer til banker, hospitaler, virksomheder mv. i over 60 lande, herunder til Mærsk, der var en af de hårdest ramte virksomheder på verdensplan. Danmark og en lang række ligesindede lande har attribueret angrebet til den russiske stat.

For Mærsk betød cyberangrebet flere dages afbrydelse af deres forretning, hvor containerhavne stod stille, og kunder ikke kunne få oplysninger om deres fragts placering, ligesom der ikke kunne indgives nye bestillinger. Mærsk var nødsaget til at lukke alle sine it-systemer ned, herunder alle kommunikationstjenester. Mærsk har opgjort det samlede tab til at være mellem 1,3 og 1,9 mia. kr.

Karakteristik

Betegnelsen cyberhændelser dækker over hændelser, der negativt påvirker tilgængelighed, integritet eller fortrolighed i informationsteknologi (it), samt hændelser, der indirekte påvirker cybersikkerheden ved at forringe sikringsforanstaltninger.

Ovennævnte tre begreber defineres på følgende vis:

- Tilgængelighed: Egenskaben at være tilgængelig og anvendelig ved anmodning fra en autoriseret entitet.
- Fortrolighed: Egenskaben, at information ikke gøres tilgængelig eller kan afsløres for uautoriserede personer, entiteter eller processer.
- Integritet: Egenskab af nøjagtighed og fuldstændighed.

Cyberhændelser kan deles op i cyberangreb og tekniske fejl.

Cyberangreb er tilsigtede handlinger, hvor en aktør forsøger at forstyrre eller få uautoriseret adgang til data, systemer, digitale netværk eller digitale tjenester. Der kan være tale om episoder, hvor cyberangreb bruges til at gøre it-systemer ubrugelige, overtage kontrollen over dem eller tilvinge sig adgang til fortrolige data og fx videregive, slette eller ændre disse data. Cyberangreb kan således underminere såvel tilgængeligheden som integriteten og fortroligheden af både data og it-systemer.

Ved de fleste cyberangreb spiller den geografiske afstand mellem angriber og offer ingen væsentlig rolle, da angreb oftest sker via internettet. Aktører, der udfører cyberangreb, kan være enkeltpersoner, mindre grupper, større netværk, stater eller statsstøttede grupper. Det er primært organiserede statslige og kriminelle hackergrupper, som vurderes at kunne udføre så alvorlige angreb, at de vil skabe behov for håndtering på

nationalt niveau. Fælles for de fleste cyberangreb er, at det er vanskeligt præcist at udpege de ansvarlige aktører.

Cyberangreb kan deles op i fem kategorier:

- Cyberkriminalitet er en fællesbetegnelse for handlinger, hvor hackere bruger cyberangreb til at begå kriminalitet, som er motiveret af ønsket om økonomisk berigelse. Der kan dog i visse tilfælde være sammenfald mellem cyberkriminelles og staters interesser.
- Cyberspionage er en spionageform, hvor modstanderen stjæler informationer fra it-systemer, elektroniske enheder, software eller internettjenester som e-mail eller sociale medier. Fremmede efterretningstjenester benytter fx cyberspionage i forsøget på at skaffe sig adgang til klassificerede og beskyttelsesværdige oplysninger fra danske myndigheder, virksomheder og forskningsinstitutioner. Herudover udvikler efterretningstjenester løbende deres kapacitet til at aflytte tele- og datatrafik. Ikke-statslige aktører, som cyber-spionerer for egen vindings skyld, kan fx være personer fra organiserede, kriminelle miljøer. Der kan også være tale om industri-spionage begået af kommercielle firmaer.
- Destruktive cyberangreb er angreb, hvor den forventede effekt er død, personskade, betydelig skade på fysiske objekter, ødelæggelse, forandring af informationer, data eller software, så de ikke kan anvendes uden væsentlig genopretning. Når fremmede efterretningstjenesters angrebs primære formål er sabotage mod en myndighed eller virksomhed, falder de også under denne kategori.
- Cyberaktivisme har til formål at skabe størst mulig opmærksomhed om en sag. Cyberaktivister opnår dette mål med forskellige midler, og angrebsmetoderne varierer meget i kompleksitet.

- Cyberterror omfatter cyberangreb som del af asymmetrisk krigsførelse, hvor hensigten er at skabe samme effekt som mere konventionel terror, fx cyberangreb, der forårsager fysisk skade på mennesker eller omfattende forstyrrelser af kritisk infrastruktur.

Udover cyberangreb kan tekniske fejl også skabe store cyberhændelser. Disse kan bl.a. opstå, når specialudviklede it-løsninger ikke længere er kompatible med nyere anvendte systemer. Hvis sådanne løsninger mangler den nødvendige tilpasning, ajourføring, opgradering og vedligeholdelse, kan det gøre dem mere sårbare overfor såvel systemfejl som angreb.

Svagheder i udstyr skyldes typisk tekniske sårbarheder såsom fejlbehæftet kode. I få tilfælde er der allerede i produktionen af hard- og software indbygget malware eller andre fjernadgange, der kan misbruges af hackere. Dette kan være en bevidst handling fra producentens side, men kan også foregå helt uden dennes viden. En anden årsag til svagheder i systemer kan være mangelfuld opsætning ved ibrugtagning, fx brug af standardkodeord. Herudover er der altid muligheden for, at tekniske dele af systemer ganske enkelt bryder fysisk ned, eksempelvis pga. kortslutning, varmeudvikling eller defekt.

Center for Cybersikkerhed (CFCS) under Forsvarets Efterretningstjeneste (FE) er Danmarks nationale it-sikkerhedsmyndighed. Centerets gældende trusselsvurdering af cybertruslen mod Danmark generelt samt for de enkelte sektorer findes på CFCS' hjemmeside.

Forekomst

CFCS vurderer overordnet, at cybertruslen mod Danmark er meget høj, hvilket betyder, at der er en specifik trussel, og at skadevoldende angreb er meget sandsynlige.

Cyberhændelser kan ramme alle, som benytter it-udstyr og -systemer eller er afhængige af disse. Hver dag sker der i Danmark både et stort antal cyberangreb og systemfejl, som medfører

mindre cyberhændelser. De fleste af disse hændelser forbliver på et niveau, som kan håndteres lokalt og medfører ikke konsekvenser for samfundet som helhed.

Cybertruslen er ikke geografisk afgrænset. Det skyldes bl.a., at systemer, netværk og computere generelt er forbundne via internettet, hvilket gør det muligt for hackere at ramme ofre på tværs af landegrænser. Derudover betyder den tekniske udvikling, at truslerne er i konstant forandring.

Cyberkriminalitet udgør en meget høj trussel mod myndigheder, virksomheder og borgere i Danmark. Hvor cyberangreb fra kriminelle grupper typisk har været rettet mod mange potentielle ofre, har der i det seneste år været en stigning i antallet af målrettede ransomwareangreb mod virksomheder og myndigheder.

Cyberkriminelle samarbejder og udveksler tjenester såsom værktøjer og infrastruktur indbyrdes. Samarbejdet sker både gennem køb og salg af tjenester via internettet og gennem faste samarbejdsrelationer. Denne udveksling af tjenester kaldes også for 'crime-as-a-service'. Samarbejdet betyder bl.a., at kriminelle understøtter hinandens cyberangreb, og at selv mindre ressourcestærke hackere kan medvirke til cyberkriminalitet.

I de seneste år har der været en stigning i antallet af lande, der begår cyberspionage. I 'Cybertruslen mod Danmark' fra juni 2021 vurderede CFCS, at truslen fra cyberspionage er meget høj. Det betyder, at det er meget sandsynligt, at danske myndigheder og virksomheder vil blive udsat for forsøg på cyberspionage inden for de næste to år. Danmark er udsat for både politisk og kommercielt motiveret cyberspionage fra statslige aktører.

Det er især lande som Rusland og Kina, der anvender cyberspionage til at fremme nationale handlemuligheder, opnå konkurrencemæssige fordele og undgå strategiske overraskelser i et

foranderligt udenrigspolitisk miljø. Flere offentligt kendte cyberangreb på europæiske udenrigsministerier de seneste år understreger, at truslen er højaktuel, og at viden om udenrigspolitiske beslutninger og dispositioner er en prioritet for flere landes cyberspioner.

Derudover er myndigheder og virksomheder, der besidder en viden, som andre stater har interesse i, også mål for cyberspionage. Leverandører og samarbejdspartnere til disse myndigheder og virksomheder kan også blive udsat for forsøg på cyberspionage med det formål at misbruge dem som trædesten i forsøg på at opnå adgang til myndigheder og virksomheder. Eksempelvis kan kompromitterede software- og udstyrsleverandører misbruges til at sprede malware til deres kunder gennem fx inficerede systemopdateringer.

I de senere år har der også været fokus på risikoen for skjulte indbyggede 'bagdøre' i ny teknologi, der kunne give udenlandske efterretnings-tjenester direkte adgang til at spionere mod såvel borgere som myndigheder og virksomheder. Denne debat har særligt været rejst ifm. udrulningen af 5G-netværket. Der har bl.a. været henvist til en kinesisk efterretningslov, hvor de kinesiske efterretningsmyndigheder kan pålægge kinesiske selskaber at samarbejde med den kinesiske stat.

Truslen fra destruktive cyberangreb mod danske myndigheder og virksomheder er ifølge CFCS lav. Selvom truslen er lav, er det nødvendigt at forholde sig til den, da et vellykket angreb kan få alvorlige konsekvenser. Herudover har flere stater betydelige kapaciteter til at udføre destruktive cyberangreb, og de udvikler deres kapaciteter løbende. Truslen kan stige ifm. en skærpet politisk eller militær konflikt med lande, der har evnen til at gennemføre destruktive cyberangreb.

Destruktive cyberangreb er relativt sjældne. Ifølge CFCS er det stater, som sandsynligvis har udført langt størstedelen af de kendte tilfælde ifm. konflikter eller geopolitiske spændinger mellem stater. Det er mindre sandsynligt, at fremmede

stater har intention om at ramme Danmark direkte. Det er dog muligt, at danske virksomheder og myndigheder, som har aktiviteter i regioner præget af konflikter, kan blive udsat for følgevirkningerne af et destruktivt cyberangreb. Indtil nu har de fleste destruktive cyberangreb fundet sted i Ukraine og Saudi Arabien. Stater udfører dog også omfattende forstyrrende cyberangreb, der har betydelige konsekvenser, selvom de ikke er direkte destruktive.

Truslen fra cyberaktivisme mod danske virksomheder eller myndigheder vurderes af CFCS at være lav. På globalt plan er antallet af aktivistiske cyberangreb faldet de seneste år. Truslen kommer særligt til udtryk ifm. begivenheder eller enkeltssager, der tiltrækker sig cyberaktivisternes opmærksomhed, og kan derfor pludselig stige, hvis danske myndigheder eller virksomheder kommer i aktivisternes søgelys.

Cyberterror er ifølge CFCS på nuværende tidspunkt usandsynligt, da disse forudsætter tekniske evner og organisatoriske ressourcer, som militante ekstremister aktuelt ikke er i besiddelse af. Derudover anser etablerede terrorgrupper ikke cyberangreb som en effektiv måde at skabe frygt og kaos på ligesom ved konventionelle terrorangreb. Truslen fra cyberterror kan dog stige, hvis det lykkes militante ekstremister at radikalisere og rekruttere dygtige hackere eller insidere med adgang til kritiske it-systemer.

I takt med at brugen af it i myndigheder, virksomheder og organisationer stiger, øges også sårbarheden overfor cyberangreb og grundlaget for tekniske fejl. Opgaver og processer, som ikke tidligere var afhængige af it, er i stigende grad afhængige af fysiske og softwarebaserede it-komponenter. Herunder hører også udviklingen med opkobling af flere og flere elektroniske dagligdagskomponenter til internettet, også kaldet 'Internet of Things' (IoT). En særlig udfordring ved disse komponenter er, at de ofte ikke er udviklet til at kunne modtage sikkerhedsopdateringer, hvilket betyder, at hvis der efter produk-

tionen opdages en sårbarhed i produktet, kan denne udnyttes af hackere. Eksempelvis kan et sikkerhedshul benyttes til at omprogrammere enhederne til at indgå i større, koordinerede cyberangreb.

Selvom der med sikkerhed forekommer et stort antal cyberhændelser hvert år i Danmark, er det ikke muligt at dokumentere disse udtømmende. Herudover bliver ikke alle hændelser indberettet til myndighederne. Det antages derfor, at der er et endog meget stort mørketal af cyberhændelser, der aldrig bliver kendt af myndigheder eller offentligheden.

Danmark er endnu ikke blevet ramt af en cyberhændelse, som har medført betydelige direkte konsekvenser for hele samfundet. Staten har igennem de seneste år opbygget kapaciteter og tilført området ressourcer, og cybersikkerhed er med den øgede opmærksomhed og regulering flyttet fra it-afdelingerne til direktionsgangene i danske myndigheder og virksomheder. Derudover har COVID-19-pandemien øget fokus på cybersikkerheden i kølvandet på de pludseligt ændrede brugsmønstre af digitale tjenester og systemer.

Konsekvenser

Konsekvenser af cyberhændelser afhænger af mange faktorer, herunder i hvor lang tid hændelsen står ubemærket på, hvilke data og systemer der rammes, og de mulige kaskadeeffekter. Cyberangreb og tekniske fejl kan i mange tilfælde medføre lignende konsekvenser.

Cyberkriminalitet kan have store økonomiske konsekvenser. Tab kan bl.a. påføres gennem tyveri, bedrageri, afpresning, brud på immaterielle rettigheder og videresalg. De ramte virksomheder kan tillige have betydelige omkostninger grundet manglende produktion eller omsætning, ligesom kontrol og reetablering af it-systemer kan løbe op i betydelige beløb.

Cyberkriminalitet kan også føre til forstyrrelser af samfundsvigtige funktioner og kritisk infrastruktur. I starten af maj 2021 oplevede USA fx et ransomwareangreb på en rørledning, som transporterer bl.a. benzin, diesel, fyrolie og flybrændstof. Rørledningen er blandt de vigtigste i USA og leverer til 45 pct. af USA's østkyst. Rørledningen blev taget af nettet i flere dage, hvilket medførte mangel på olieprodukter samt prisstigninger enkelte steder.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Selvom cyberkriminalitet ofte retter sig mod virksomheder, er der flere eksempler på, at også danske myndigheder er blevet ramt. Det kan medføre indskrænkninger i den offentlige service til borgerne. Offentlig service kan også blive ramt som sekundær effekt af hændelser hos myndigheders underleverandører af it-løsninger.

Cyberspionage kan medføre, at information om Danmarks forhold til andre lande både bruges mod Danmark og mod de lande, vi samarbejder med. Det er sandsynligt, at fremmede stater bruger cyberspionage som et middel til at opnå viden om danske interesser, overvejelser og beslutninger ifm. større internationale sager eller udenrigspolitiske forhandlinger og derigennem opnå en styrke-

position. Denne viden kan staterne bl.a. udnytte til at modarbejde danske interesser, sætte danske forhandlere og beslutningstagere under pres eller generere viden om bi- eller multilaterale beslutninger.

Cyberspionage mod danske virksomheder eller forskningsinstitutioner, især inden for områder hvor Danmark besidder en konkurrencestærk viden, kan skade Danmarks konkurrenceevne og betyde tabte indtægter og arbejdspladser. Udover de økonomiske omkostninger kan virksomheder udsat for cyberspionage også lide skade på deres omdømme, hvis spionagen bliver offentligt kendt. Bl.a. derfor ønsker virksomheder sjældent at anmelde eller offentliggøre tilfælde af cyberspionage.

Cyberangreb har fortsat hovedsagligt økonomiske og politiske konsekvenser. Med den fortsatte digitalisering af samfundsvigtige funktioner vil cyberangreb dog muligvis i stigende grad kunne få alvorlige konsekvenser i den fysiske verden.

Der er endnu ikke tale om en generel trussel mod liv og helbred. Enkeltstående eksempler på cyberangreb med fysisk skadevirkning viser dog også, at cyberangreb kan medføre en afledt trussel mod liv og helbred. Det så man bl.a. ved et ransomwareangreb på et hospital i Tyskland i 2020, der betød, at akutpatienter blev omdirigeret til et fjernere liggende hospital. En akutpatient døde som følge af den forlængede transporttid. Der er også udenlandske eksempler på, at cyberhændelser har ramt elevatorers styringssystemer på hospitaler, hvilket i nødsituationer kan være fatalt. Højteknologisk medicinsk udstyr er i stigende grad tilkoblet internettet for at gøre brug af bl.a. fjerndiagnosticering. Hvis udstyret bliver udsat for en cyberhændelse, kan dette blive ubrugeligt og dermed påvirke patienternes behandlingsmuligheder.

Redningsberedskabet er i stigende grad afhængigt af it-systemer. Et nedbrud på en alarmcentral vil indskrænke beredskabets handlemuligheder betydeligt, især hvis flere alarmcentraler rammes

samtidigt. Overbelastning af alarmcentraler kan både komme fra ondsindede aktører igennem overbelastningsangreb, men fx også fra utilsigtede fejl i smartphoneapps, som selvstændigt kontakter nødnumrene. Herudover kan fejlagtige informationer fra positions-, navigations- og tidsstyringstjenester (GNSS) forårsage alvorlige forstyrrelser ifm. en beredskabsindsats, besværliggøre arbejdet for aktører inden for krisestyring og dermed true den offentlige sikkerhed. GNSS-tjenester er baseret på et stort antal satellitter i kredsløb om Jorden, og en forstyrrelse af dem kan både skyldes menneskelige og tekniske fejl, cyberangreb samt rumhændelser.

It-systemer, som understøtter telefoni, energiforsyning, vandforsyning, kontrolsystemer i industri eller transportinfrastruktur, har stor betydning for flere samfundsvigtige funktioner. I takt med, at stadigt flere infrastrukturuområder benytter sig af digitale løsninger og tilkobles internettet, stiger sårbarheden og den potentielle rækkevidde af konsekvenser ved angreb eller nedbrud. Især fejl i eller angreb på SCADA-systemer, dvs. industrielle styrings- og overvågningssystemer, som finder bred anvendelse i flere sektorer, har potentiale for at påvirke samfundet i omfattende grad. Strøm-, varme- og vandforsyning samt internet, mobilnet mv. kan derigennem blive påvirket af cyberhændelser, som igen skaber kaskadeeffekter for andre samfundsvigtige funktioner. Togdriften, skibsfarten og luftfarten kan blive nødt til at indstille helt eller delvist ved alvorlige fejl i eller angreb på styrings- og overvågningssystemer. Også vejtrafikken kan blive berørt ifm. problemer med styring af lyssignaler samt elektronisk skiltning på vejene.

Derudover kan digitale offentlige ydelser og finansielle transaktioner forstyrres eller udsættes som følge af cyberhændelser. Konsekvenserne kan omfatte forstyrrelser i lønudbetaling, pensionsudbetaling, personregistrering, central virksomhedsregistrering, offentlig tinglysning, skatteopkrævning mv. Herudover kan betalingsformidling og overførsler, værdipapirhandel mv. blive utilgængelig i en periode.



Tendenser

Over de næste par år forventes den resterende udrulning af 5G-netværket i Danmark. Det vil bl.a. øge internethastigheden til op mod 100 gange den nuværende hastighed, udbrede kryptering og kan håndtere flere brugere og enheder samtidig. Det åbner bl.a. op for nye muligheder for automatisering og robotteknologi samt en generelt tættere sammenkobling mellem den fysiske og digitale verden i takt med, at flere enheder, der ikke traditionelt har været forbundet til internettet, kobles på.

Denne øgede tilkobling af enheder samt integrationen af kritiske it-systemer vil dog samtidig åbne op for en større angrebsflade for hackere og kan desuden øge konsekvenserne af et angreb, idet IoT-enheder i stadigt højere grad styrer fysiske systemer. Derudover har EU-Kommissionen og Det Europæiske Agentur for Cybersikkerhed vurderet, at 5G-netværket i sig selv er sårbart.

En anden tendens, der forventes at påvirke konsekvenserne af fremtidige cyberhændelser er, at myndigheder og virksomheder i stigende grad outsourcer it-infrastruktur, datacentre og driftsopgaver til underleverandører. Det kan på den ene side resultere i bedre cybersikkerhed, da en markedsførende underleverandør kan investere sig til øget beskyttelse mod cyberangreb. Omvendt betyder denne centralisering, at et effektivt cyberangreb mod én underleverandør potentielt kan berøre et stort antal myndigheder og virksomheder på samme tid, og derfor kan få stor effekt på samfundet. Tendensen til at markedet for cloud computing i stadigt højere grad domineres af færre, men større, globale udbydere, kan øge denne problematik.

Samtidig forsker mange aktører i kunstig intelligens, og der er allerede nu en stigende brug af 'machine learning' til specifikke analytiske opgaver. Kunstig intelligens forventes at komme til at spille en stadig større rolle inden for eksempelvis selvstyrende køretøjer, autonome industrisystemer samt diagnosticering og medicinering af sundhedssektoren. I takt med at kunstig intelligens i stigende grad anvendes til at tage rutinemæssige beslutninger og udføre handlinger, som tidligere har været foretaget af mennesker, kan visse systemer blive særligt udsatte for angreb.

Derudover arbejdes der i øjeblikket på at videreudvikle kvantecomputere, hvilke potentielt kan udgøre en trussel mod cybersikkerheden, da kvantecomputernes ekstremt øgede maskinkraft kan misbruges i cyberangreb. Videreudviklingen af kvantecomputere udfordrer især Danmarks datasikkerhed på internettet, hvor vores kommunikation i øjeblikket krypteres, og derved beskyttes, med meget komplicerede beregninger, som en klassisk computer ville skulle bruge flere tusinde år på at bryde.

Den teknologiske og geopolitiske udvikling betyder, at cyberspionagetruslen mod Danmark er

markant større og mere alvorlig end for blot få år siden. Afsættet for fremmede magters ageren bundet overordnet i et ønske om at indhente kritisk viden og information fra myndigheder, virksomheder og organisationer. Nogle stater anvender cyberspionage meget aktivt, og der er ingen tegn på, at truslen fra disse stater vil aftage.

For at adressere nogle af de mulige fremtidige udviklinger og øge Danmarks digitale sikkerhed har regeringen i december 2021 lanceret en ny national strategi for cyber- og informationssikkerhed.

Eksempler

I april 2018 udsendte CFCS et varsel om, at man havde konstateret, at en aktør i 2017 havde forsøgt at indhente oplysninger, herunder data og loginoplysninger, hos flere danske myndigheder via en sårbarhed i deres Cisco-udstyr. CFCS vurderede, at det var et forsøg på cyberspionage udført af en statsstøttet hackergruppe.

En af Danmarks største virksomheder, Demant, der bl.a. producerer høreapparater, blev i september 2019 udsat for et ransomware-angreb. Dette medførte, at virksomheden lukkede ned for en række it-systemer på tværs af virksomheden, for at forhindre virus i at sprede sig. Virksomheden meddelte efterfølgende, at det var muligt at genskabe deres data fra back-up. Alligevel estimerede Demant, at angrebet medførte et tab på op til 650 mio. kr.

I april 2020 blev grovvarekoncernen Danish Agro ramt af et ransomware-angreb, der påvirkede dele af produktionen og leveringen af foder, gødning mv., og gav problemer med bestillinger. Angrebet startede som et såkaldt 'email thread hijacking', hvor hackerne overtog en leverandørs it-systemer og sendte en phishing-mail ind i en igangværende korrespondance mellem Danish Agro og leverandøren. Ca. to måneder efter angrebet estimerede virksomheden, at angrebet havde kostet dem mellem 20-40 mio. kr.

I maj 2020 blev den danske virksomhed GlobalConnect ramt af et ransomware-angreb, der påvirkede flere af deres kunders it-systemer. Blandt andre blev virksomheden Amgro, der er leverandør til de danske sygehusapoteker, ramt, således at sygehusapoteker og leverandører i flere dage ikke kunne købe og sælge lægemidler via forretningsystemet Naviline. Angrebet førte dog ikke til mangel på lægemidler på de offentlige hospitaler.

CFCS konstaterede i foråret 2020 en øget forekomst af phishing-mails og falske domæner relateret til COVID-19, hvor kriminelle aktører forsøgte at udnytte danskernes efterspørgsel på viden om COVID-19. Det er også sandsynligt, at hackerne forsøgte at udnytte det øgede behov blandt danske myndigheder og virksomheder for fjernadgange, VPN-løsninger og kommunikationsplatforme som følge af ændrede arbejdsmønstre under pandemien.

SolarWinds-angrebet var et globalt software supply chain-angreb, der blev offentligt kendt i december 2020. En statsstøttet hackergruppe havde gemt en specialudviklet bagdør i legitime opdateringer til det udbredte it-managementsystem Orion fra it-virksomheden SolarWinds. Bagdøren blev ifølge SolarWinds distribueret til op mod 18.000 organisationer verden over. Angrebet er et af de mest omfattende offentligt kendte cyberspionageangreb nogensinde. CFCS vurderer, at hackerne kun udnyttede bagdøren mod de mest interessante mål blandt ofrene. Disse udvalgte mål angreb gruppen til gengæld med specialkonstrueret malware og avancerede angrebsmetoder. Selvom mere end 50 danske organisationer modtog bagdøren, vurderer CFCS, at hackerne primært udnyttede bagdørene hos centrale amerikanske myndigheder og virksomheder.

Hvad nu hvis...

... Danmark er ramt af en alvorlig sundhedsfaglig krise. Sygehusvæsnet er presset, og alle ikke-akutte aftaler og operationer er aflyst. Midt i krisen rammes patient- og journalstyringssystemet i én af de danske regioner af et ransomware-angreb, der krypterer data og låser for adgangen til systemet. Udover

at have krypteret journaldata mv., truer hackerne med at offentliggøre samtlige patientdata, hvis regionen ikke betaler løsesummen inden for det krævede tidsrum. Mens regionens hospitaler arbejder på at få aktiveret deres nød-procedurer, er det nødvendigt at omdirigere ambulancer med akutte patienter til hospitaler

uden for regionen. For mange patienter betyder dette markant længere transporttid i ambulancer, idet der kun er få ledige behandlingskapaciteter tilbage på landsplan. I fire tilfælde dør patienter enten på vej til hospitalet eller kort efter ankomst.

TERROR- HANDLINGER

Terrorangrebet i København i 2015



Lørdag den 14. februar 2015 klokken ca. 15.30 affyrede en ung mand adskillige skud med et automatvåben mod Kulturhuset Krudttønden på Østerbro i København. En person døde som følge af skuddene, og fire politifolk blev ramt af enten skud eller glasskår. Gerningsmanden flygtede fra stedet, og efter midnat dukkede han op ved den jødiske synagoge i Krystalgade. Her skød han efter det tilstedeværende vagtpersonale og politi. En frivillig, privat vagt blev dræbt på stedet, og to betjente blev

ramt af skud. Senere samme morgen blev gerningsmanden identificeret på Nørrebro. Under en efterfølgende skudveksling med politiets aktionsstyrke blev gerningsmanden dræbt. Gerningsmanden viste sig at have erklæret sig som tilhænger af Islamisk Stat før angrebet. Han var også kendt af politiet for flere kriminelle forhold, bl.a. vold og overtrædelser af våbenloven, og var to uger før angrebet løsladt fra en varetægtsfængsling. Han var endvidere kendt i bandesammenhæng.

Krudttønden



Karakteristik

Terrorisme omfatter efter straffelovens § 114 en række alvorlige forbrydelser (drab, bombesprængning, brandstiftelse, kidnapning, flykapring mv.). Terrorisme begås for *”at skræmme en befolkning i alvorlig grad eller uretmæssigt at tvinge danske, udenlandske offentlige myndigheder eller en international organisation til at foretage eller undlade at foretage en handling. Formålet kan også være at destabilisere eller ødelægge et lands eller en international organisations grundlæggende politiske, forfatningsmæssige, økonomiske eller samfundsmæssige strukturer [...]”*.

Center for Terroranalyse (CTA) i Politiets Efterretningstjeneste (PET) vurderer årligt terrortruslen mod Danmark og danske interesser i udlandet. Den gældende Vurdering af Terrortruslen mod Danmark (VTD) kan findes på PET's hjemmeside.

I marts 2021 vurderede CTA:

- At militante islamister fortsat udgør den væsentligste terrortrussel mod Danmark, og at denne trussel er i niveauet 'alvorlig'.
- At terrortruslen fra højreekstremister er i niveauet 'generel'.
- At terrortruslen fra venstreekstremister er i niveauet 'begrænset'.

Ifm. vurderingerne nedenfor under overskrifterne 'Forekomst' og 'Tendenser' understreges det, at disse stammer fra CTA's VTD 2021. Eftersom Beredskabsstyrelsens NRB udgives med længere intervaller (ca. hvert 4. år) henvises læsere derfor altid til den gældende VTD for de mest aktuelle trusselsvurderinger, herunder eventuelle ændrede eller nye vurderinger.

Forekomst

Der sker løbende ændringer i de forhold, der samlet set udgør terrortrusselsbilledet mod Danmark. Det giver anledning til, at myndighederne også løbende må justere deres sikkerheds- og beredskabsmæssige indsats og foranstaltninger mod terror.

PET iværksætter løbende operationer med henblik på at afdække eller afværge mulige terrortrusler mod mål i Danmark. Terrorangreb kan finde sted uden forudgående efterretningsmæssige indikationer, også selvom gerningsmændene tidligere har været kendt for at nære sympati for militant islamisme eller politisk ekstremisme. En særlig bekymring knytter sig i den forbindelse til personer, der har gennemgået relativt kortvarige radikaliseringsforløb, og til personer, der ekskluderes fra eller afvises af miljøer, eksempelvis pga. deres ekstreme opførsel eller holdninger.

Terrortruslen fra militante islamister

Der findes ifølge CTA personer i Danmark og i udlandet med sympati for militant islamisme, som udgør en terrortrussel mod Danmark. Truslen udgår fra personer, der sympatiserer med og inspireres af udenlandske militant islamistiske terrorgrupper, særligt Islamisk Stat (IS) og al-Qaida (AQ). Truslen udgår både fra personer i danske islamistiske miljøer og fra andre radikaliserende personer i Danmark og udlandet. Internationale, virtuelle fællesskaber, hvori der spredes propaganda og udveksles ekstremistiske synspunkter på tværs af landegrænser, spiller ofte en rolle i radikaliseringsforløb.

Som det fremgår i VTD 2021, har der i 2020 været hændelser i Danmark og udlandet, der er blevet opfattet som krænkelser af islam. Disse har vist, at krænkelssager fortsat har et betydeligt potentiale som drivkraft for militante islamister. Danmark har siden 'Tegningesagen' i 2005 blandt militante islamister haft et ry for at krænke islam. Når Danmark eller danskere nævnes eller fremhæves i militant islamisk propaganda, kan Danmarks omdømme som 'krænkernation' atter få momentum. Reaktionen på krænkelssager i

udlandet og særligt i Frankrig har været med til at sætte fokus på historiske og aktuelle krænkelssager i Danmark. Omfanget af negative reaktioner på krænkelssager i Vesten varierer fra sag til sag. Nogle sager opnår aldrig opmærksomhed, mens andre – som det fx var tilfældet i Frankrig i efteråret 2020 – opnår en betydelig negativ opmærksomhed, herunder planlægning og gennemførelse af militant islamistiske terrorangreb.

De mest sandsynlige mål for et militant islamistisk terrorangreb i Danmark er symbolmål eller ubeskyttede civile mål, såsom et offentligt befærdet sted. Symbolmål retter sig i første række mod personer, institutioner og begivenheder, som militante islamister kan opfatte som islamkrænkende. Andre mulige symbolmål er jødiske mål, politi og militær – særligt ifm. bevogtningsopgaver. Der kan også udgå en trussel mod andre myndigheder samt politiske repræsentanter.

Det mest sandsynlige militante islamistiske terrorangreb i Danmark er et angreb, der udføres med lettilgængelige midler (fx knive, slagvåben, ildspåsættelser eller køretøjer), skydevåben eller hjemmelavede bomber af en mindre gruppe eller en soloterrorist, der er inspireret af militant islamistisk propaganda. Angreb med lettilgængelige midler kan gennemføres spontant eller efter kort planlægning.

Terrortruslen fra højreekstremister

CTA vurderer, at terrortruslen fra højreekstremister er i niveauet generel. Det betyder i henhold til PET's definitioner, at der er en generel trussel. Der er kapacitet og/eller hensigt samt mulig planlægning.

Truslen fra højreekstremister i Vesten udgår fra et bredt spektrum af organisationer, grupper og individer, der henter inspiration fra forskellige politiske og ideologiske dagsordener, herunder konspirationsteorier. Det ideologiske grundlag for højreekstremisme kan stamme fra fx nazisme, fascisme eller nationalkonservatisme, men forskellige konspirationsteorier ses som stadig mere

fremtrædende drivkræfter blandt højreekstremister i Vesten.

CTA vurderer, at truslen fra højreekstremister i Vesten i særlig grad udgår fra personer og mindre grupper, der fortrinsvis mødes, radikaliseres og inspireres i højreekstremistiske virtuelle fællesskaber og netværk. I de vestlige lande ses en stigende tendens til internationalisering af højreekstremistiske narrativer gennem deling og forbrug af højreekstremistisk propaganda samt gennem transatlantiske og europæiske virtuelle fællesskaber. CTA vurderer, at denne øgede internationale udveksling af propaganda og ekstremistiske synspunkter kan øge truslen fra højreekstremisme i Danmark.

Et højreekstremistisk terrorangreb i Danmark vil mest sandsynligt være rettet mod muslimer og moskeer, asylansøgere og asylcentre, jøder og synagoger samt personer af anden etnisk oprindelse, herunder lokaliteter hvor disse personer opfattes at samles. Andre mulige mål er opfattede politiske modstandere, især venstreekstremister, LGBTQ+ personer samt visse myndigheder og politiske repræsentanter.

Det mest sandsynlige højreekstremistiske angreb i Danmark er et angreb, der udføres af en solo-terrorist eller en lille gruppe, der befinder sig i periferien af eller uden for et højreekstremistisk miljø. Det mest sandsynlige våben anvendt ved et højreekstremistisk angreb i Danmark er blank- eller stikvåben og lette skydevåben, herunder særligt jagtrifler, haglgeværer, pistoler og hjemmelavede skydevåben. Andre mulige våben inkluderer ildspåsættelse, hjemmelavede bomber og køretøjer.

Terrortruslen fra venstreekstremister

Truslen fra venstreekstremister vurderes af CTA at være i niveauet begrænset. Det betyder i henhold til PET's definitioner, at der er en potentiel trussel. Der er begrænset kapacitet og/eller hensigt.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppeghed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Konsekvenser

Set fra Beredskabsstyrelsens perspektiv drejer de mulige konsekvenser ved alvorlige terrorhandlinger sig først og fremmest om dræbte og sårede. Derudover kan der opstå alvorlige sundhedsmæssige konsekvenser for overlevende, selv hvis de ikke har lidt alvorlig fysisk skade. Det kan fx dreje sig om traumer, angst, stress og utryghed, som kan opstå umiddelbart eller lang tid efter angrebet og være enten forbigående, langvarige eller permanente. Pårørende til ofre kan opleve lignende psykologiske symptomer. Beredskabsstyrelsen vurderer endvidere, at terrorhandlinger kan have en frygtskabende og adfærdssænkende effekt på befolkningen generelt. Det ses bl.a. hos befolkninger i andre europæiske lande, som har oplevet gentagne og voldsomme terrorhandlinger.

Terrorhandlinger kan ligeledes resultere i omfattende skader på eller tab af ejendom, særligt ved bombeangreb. Selv hvis det egentlige angrebsmål er mennesker, kan trykbølger, varmeudvikling, ild og røg forårsage betydelige materielle ødelæggelser på og i umiddelbar nærhed af gerningsstedet.

Terrorhandlinger kan endvidere lægge et betydeligt ressourcepres på særligt politi, sundhedsberedskab og redningsberedskab under og umiddelbart efter hændelsen.

Ved terrorhandlinger med det formål at dræbe og såre flest mulige mennesker på et eller flere samtidige gerningssteder, kan der fx være behov for et stort antal indsatsenheder, hvilket også medfører en omfattende koordinerings- og ledelsesopgave. I første omgang er der behov for at yde førstehjælp og assistere det præhospitale beredskab.

Efter bombesprængninger, kan der være helt eller delvist sammenstyrtede bygninger og infrastruktur, hvor overlevende kan være fastklemte eller indespærrede. Når de umiddelbart tilgængelige tilskadekomne er fundet og bragt væk, kan det være nødvendigt at sikre skadestedet mod yderligere sammenstyrtning vha. afstivninger for at eftersøge tilskadekomne og indespærrede. Derudover kan det være nødvendigt at udføre gennembrydninger for at komme frem til tilskadekomne. Dette arbejde kræver specialuddannet personel, redningshunde og teknisk lytteudstyr. Der kan også være behov for tungt entreprenørmateriel og specialbyggede redningskraner til udfrielse af indespærrede.

Der kan evt. også skulle slukkes brande efter bombesprængninger, hvilket kan besværliggøres af, at bygninger er helt eller delvist sammenstyrtet. Samtidig skal færdsel i ruinerne foregå med største forsigtighed, så yderligere skred og sammenstyrtninger undgås. Slukningsvand kan trænge ned gennem ruinerne og være til fare for evt. indespærrede personer.

Usikkerhed om, hvorvidt der ved terroranslaget er anvendt giftige, ætsende, radioaktive eller på anden måde farlige stoffer, kan betyde, at et evt. farligt stof skal identificeres, så den videre indsats om nødvendigt kan ske med korrekt beskyttelsesudrustning for indsatspersonel. Alternativt skal fraværet af sådanne stoffer erkendes, så beskyttelsesudrustning kan aftages.

Der kan også være andre potentielle farekilder på skadestedet efter en bombesprængning. Der kan fx være tekniske installationer, som ikke er afbrudt, så der strømmer gas ud, kabler og ledninger stadig er strømførende mv.

I tilknytning til det initiale terroranslag kan det endvidere udgøre en fare for indsatspersonellet, hvis der fx er risiko for kontakt med bevæbnede gerningsmænd, eller hvis flere terroranslag er planlagt i umiddelbar forlængelse af hinanden, fx vedvarende skyderier eller sekundære sprængladninger, som der skal tages højde for.

Tiden efter en terrorhandling med massive materielle skader kan indebære store økonomiske omkostninger til oprydning og genopbygning, som evt. kan være langvarig. Det gælder særligt hvis større bygninger eller kritisk infrastruktur rammes. Sådanne skader kan fx påvirke logistik, transport og andre samfundsvigtige funktioner.

Terrorhandlinger, og forsøg herpå, efterfølges desuden oftest af et generelt forhøjet beredskabsniveau. Opretholdelsen af et højt terrorberedskab kan, efter Beredskabsstyrelsens vurdering, være forbundet med store omkostninger for samfundet. Både fysiske installationer til sikring, mandskab og særlige sikkerhedsprocedurer bidrager til dette. I perioder, hvor der er særligt behov for synlig bevogtning og patruljering, har politiet og forsvaret fx et stort forbrug af mandetimer. En sådan spidsbelastning kan medføre økonomiske og administrative konsekvenser langt ud over varigheden af den egentlige indsats.

Endelig kan en række andre afledte konsekvenser opstå på kort eller længere sigt. En myndighed eller virksomhed kan fx – uanset om den rammes som udvalgt terrormål eller tilfældigt pga. beliggenhed nær målet – opleve fravær og opsigelser blandt ansatte pga. frygt for yderligere angreb eller skade på omdømme og omsætning pga. nedsat tillid fra eksterne parter.



der bl.a. visse konspirationsteorier og anti-statslige bevægelser, som ikke er ulovlige, men som kan indeholde et voldeligt trussels-potentiale, der efter en konkret juridisk vurdering kan have karakter af terror.

Med hensyn til angrebsformer vurderer CTA i VTD 2021, at terrorangreb med lettilgængelige midler (hovedsageligt knive, slagvåben, ildspåsættelser eller køretøjer), skydevåben eller hjemmelavede bomber fortsat er de mest sandsynlige i Danmark.

Mht. andre våbentyper vurderer CTA bl.a.:

- At kapaciteten til at gennemføre kemiske terrorangreb med andet end uforarbejdede midler i Danmark er lav.
- At kapaciteten til at våbengøre biologiske virkemidler, såsom miltbrand, og gennemføre biologiske terrorangreb i Danmark er meget lav.
- At kapaciteten til at gennemføre terrorangreb med radiologiske virkemidler hos personer i Danmark er meget lav, og at der ikke er kapacitet til at begå terror ved hjælp af nukleare midler.
- At kapaciteten til at gennemføre terror ved cyberangreb, der forårsager fysisk skade på mennesker eller omfattende forstyrrelser af kritisk national infrastruktur eller lignende mål i Danmark er lav.
- At udfordringer ved at anvende droner som angrebsvåben i Danmark fortsat er meget store ift. den skade, som et sådant våben ville kunne forvolde.
- At nye teknologier såsom kunstig intelligens, 3D-printning og syntesebiologi på nuværende tidspunkt ikke er velegnede eller tilstrækkelig tilgængelige til at have en selvstændig indvirkning på terrortruslen i Danmark.

Tendenser

Det globale trusselsbillede er dynamisk og præget af nye tendenser og udfordringer, hvilket også påvirker terrortruslen mod Danmark. Antallet af terrorangreb i Vesten var i 2020 generelt væsentligt lavere end i perioden fra 2015 til 2017, om end der var en stigning i antallet af gennemførte angreb i Vesten og særligt i Frankrig siden genoptrykningen af muhammedtegninger den 2. september 2020 i det franske satiremagasin Charlie Hebdo. Herudover har der været et fald i antallet af dødsofre. Det hænger bl.a. sammen med, at hovedparten af terrorangreb i Vesten fra 2018 til og med 2020 blev udført af soloterrorister.

Som nævnt vurderer CTA, at sager, der er blevet opfattet som krænkelse af islam, fortsat har et betydeligt potentiale som drivkraft for militante islamister.

En række andre udviklinger i Danmark og internationalt kan ifølge CTA's VTD 2021 også have betydning for terrortruslen i Danmark. Det gæl-

Eksempler

Gennemførte angreb

Det eneste gennemførte terrorangreb i Danmark i nyere tid er de militant islamistiske skudattenter den 14.-15. februar 2015, som er beskrevet i kapitlets indledende tekstboks.

Det eneste større terrorangreb med eksplosiver som har fundet sted i Danmark, blev gennemført den 22. juli 1985 i det centrale København. Først sprængtes en bombe ved det amerikanske flyselskab Northwest Orient Airlines' kontor på Vester Farimagsgade. Få minutter efter sprængtes en anden bombe ved den jødiske synagoge i Krystalgade. En tredje bombe, som blev fundet i Nyhavn, var sandsynligvis tiltænkt det israelske luftfartsselskab El Als kontor. I Vester Farimagsgade blev enkelte personer såret, og én døde få dage efter af sine kvæstelser. I Krystalgade kom 27 personer til skade. Tre gerningsmænd fra den palæstinensiske terrororganisation Islamisk Jihad blev i 1989 idømt fængsel på livstid.

Afværgede angreb

Siden 2007 har militante islamister flere gange planlagt og forsøgt at gennemføre terrorangreb i Danmark. Nedenstående er udvalgte eksempler på afværgede angreb.

I efteråret 2009 blev to personer med henholdsvis amerikansk-pakistansk og canadisk-pakistansk baggrund anholdt i Chicago for planlægning af et terrorangreb mod Jyllands-Posten. De to mænd havde indhentet oplysninger om mulige angrebsmål, og den ene havde besøgt og filmet Jyllands-Postens kontorer i Århus og København og foretaget rekognoscering af alternative mål.

Den 29. december 2010 blev tre tilrejsende mænd fra Sverige med tunesisk, libanesisk og egyptisk baggrund anholdt af PET's aktionsstyrke i en lejlighed i Herlev. De var mistænkt for nært forestående planer om at trænge ind og dræbe så mange som muligt i Jyllands-Posten/Politikens

Hus i København. Ved anholdelsen var de i besiddelse af en maskinpistol, en pistol, ammunition samt 200 plasticstrips, der kan anvendes som håndjern. De tre mænd og en medsammensvoren i Sverige blev i juni 2012 alle idømt 12 års fængsel.

I november 2016 og december 2017 blev to syriske flygtninge, bosat i henholdsvis Sverige og Tyskland, anholdt for at have planer om at udføre et terrorangreb mod et ukendt mål i Danmark med anvendelse af knive og en hjemmelavet bombe. I december 2020 blev den ene person fundet skyldig i forsøg på terror i den såkaldte 'tændstiksag' i Danmark, mens den anden blev dømt i Tyskland i 2017. Ifølge Anklagemyndigheden sympatiserede begge mænd med Islamisk Stat.

I december 2019 blev en 26-årig mand anholdt efter at have købt pistoler, lyddæmpere og patroner, som skulle bruges til et terrorangreb i Danmark eller udlandet. Han er efterfølgende i november 2021 blevet idømt 10 års fængsel for forsøg på terror. En medtiltalt 27-årig person blev kendt skyldig i overtrædelse af straffelovens § 192 a, stk. 1, nr. 1 for at have finansieret våbenkøbet og blev idømt to år og ni måneders fængsel. Dommen er anket til landsretten for begge de tiltalte.

I april 2020 blev en 24-årig mand anholdt efter at have købt et skydevåben, to magasiner og 50 patroner, som skulle bruges til et terrorangreb i Danmark eller udlandet. Han blev i september 2021 idømt 10 års fængsel, frakendelse af dansk indfødsret og udvisning af Danmark for bestandsigt forsøg på terror. Dommen er anket til landsretten med forventet start ultimo 2022.

Derudover kan fra de seneste år nævnes:

- Terrorsagerne fra Glasvej i København, Vollsmose i Odense og Glostrup, hvor flere militante islamister i 2007-2008 blev idømt langvarige fængselsstraffe.

- Sagen fra 2010, hvor en tilrejsende tjentjensk-belgisk mand utilsigtet bragte en bombe til sprængning på et toilet på Hotel Jørgensen i København.
- Sagen om en 15-årig pige fra Kundby, der blev anholdt i 2016 og i 2017 idømt otte års fængsel for forsøg på terror ved at planlægge bombesprængninger på to skoler.
- Dronesagen fra 2019, hvor to ud af de tre tiltalte i september 2020 blev kendt skyldige i at have fremmet en terrororganisation, ved at have sendt dronedele til Islamisk Stat gennem fire år.

Hvad nu hvis...

... et omfattende terrorangreb rammer i centrum af en større dansk by. Angrebet indledes en fredag kl. 21.20 og varer ca. tre timer. Angrebet består af fire detonationer af hjemmelavet sprængstof, seks angreb med skydning med automatvåben samt en gidseltagningsepisode. Målene er tilfældige menneskemængder, som befinder sig uden for et stadium under en fodboldkamp, i en koncertsal på et spillested samt på en række af byens restauranter, caféer og barer. Flygtende menne-

skemængder skaber trafikalt kaos i byens smalle gader, der fungerer som flaskehalse, og skaber udfordringer for politiets og redningsberedskabets indsats. Vidner beretter, at gerningsmændene har råbt islamistiske slagord og budskaber om hævn mod Danmark. Det kommer til ildkamp mellem gerningsmænd og politiet. Mens politiet skaber styrkemæssig overlegenhed, er der stadig usikkerhed om antallet af gerningssteder og gerningsmænd. Det viser sig senere, at gerningsmændene

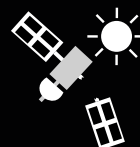
havde fordelt sig i tre grupper, hver bestående af tre mænd. Syv gerningsmænd dræbes af politiet eller begår selvmord med bombeveste. De sidste to flygter, men omkommer nogle dage senere under politiaktioner i Danmark og udlandet. En international militant islamistisk terrororganisation tager sidenhen ansvar for angrebet.

(Dette fiktive scenarie er inspireret af terrorangrebet i Paris den 13. november 2015.)



RUM- **HÆNDELSE**

Halloween-stormene i 2003



I slutningen af oktober og starten af november 2003 blev Jorden ramt med betydelig effekt af nogle af de hidtil største registrerede soludbrud. 'Halloween-stormene', som serien af udbrud senere blev navngivet, medførte at kommunikations- og navigationssystemer blev upålidelige. Særligt nær polareområderne måtte transatlantiske og polare flyruter omlægges eller aflyses, hvilket skabte mange og store forsinkelser. Det japanske rumagentur mistede kontakt og kontrol med to satellitter permanent, én af det amerikanske rumagentur NASA's satellitter blev beska-

diget, og mange andre, herunder den danske Ørsted-satellit, var midlertidigt ukontaktbare eller upålidelige. I den sydlige del af Sverige opstod forstyrrelser i elforsyningsnettet, hvori flere transformatorstationer led overlast fra overspænding. I og omkring Malmø var op mod 50.000 mennesker uden strøm i ½-1½ time. I USA blev enkelte store transformatorer også beskadiget, og der var strømsvigt i vidtstrakte områder i nogle timer, hvilket vurderes at have kostet mindst fire mia. USD. Lignende problemer opstod bl.a. i Sydafrika.

Karakteristik

Rumhændelser bruges i NRB som betegnelse for hændelser, der har deres oprindelse uden for Jordens atmosfære, men som udgør en risiko for menneskelig aktivitet på Jorden, herunder det danske samfund. Betegnelsen dækker i dette kapitel dels hændelser forårsaget af rumvejr, dels utilsigtede kollisioner mellem menneskeskabte rumobjekter som satellitter, rumsonder, rumfartøjer og rumaffald (ikke-funktionelle genstande som bl.a. udtjente satellitter, brudstykker af satellitter og fragmenter fra løfteraketter). Kollisioner eller nedskydning af rumobjekter kan også være tilsigtede, men kapitlet omhandler ikke potentielle sikkerhedspolitiske risici forbundet med militarisering af rummet.

Kapitlet behandler ligeledes ikke de risici, der stammer fra nærjordsobjekter som asteroider og kometer. Det kan dog bemærkes, at temaet har fået øget opmærksomhed siden en asteroide-eksplosion over den russiske by Tjeljabinsk i 2013, som medførte skader på ca. 1.150 personer og ca. 3.000 bygninger. Sandsynligheden for en lignende lufteksplosion eller et nedslag i Danmark er dog minimal – set i lyset af størrelsen på Jordens samlede overflade, og hvor sjældent den slags hændelser historisk er forekommet. Det er grunden til, at hændelsestypen ikke inkluderes i NRB. Konsekvenserne ville desuden kunne strække sig fra kraterdannelse i et ubeboet område over udslettelse af en millionby til vores civilisations undergang.

Rumvejr er et udtryk for de variable fysiske forhold, der gør sig gældende i det ydre rum. Solen sender konstant en stor mængde elektrisk ladede partikler ud omkring sig. Denne strøm af partikler kaldes solvinden. Solvinden udgør hovedparten af den partikelstråling, der påvirker Jorden. Stråling er sundhedsskadelig for mennesker i høje doser, men Jordens magnetfelt og atmosfæren beskytter livet på Jorden mod størstedelen af de skadelige effekter fra solvinden. Når der sker udsving

i solvindens intensitet, afbøder magnetfeltet delvist effekterne, så der på Jorden er et nogenlunde konstant strålingsniveau.

Forholdene på Solens overflade er imidlertid meget omskiftelige, hvilket vi kan observere fra Jorden og fra satellitter, fx som solpletter (midlertidigt mørkere områder på Solen) og som soludbrud. Soludbrud er voldsomme eksplosioner på Solen, hvorved energi frigives, og partikler slynges ud i særligt stort omfang. Fænomenet soludbrud kaldes også populært for solstorme.

‘Flares’ er store mængder energirig elektromagnetisk stråling fra soludbrud, herunder gamma, røntgen og ultraviolet stråling. Da elektromagnetisk stråling rejser med lysets hastighed, er strålingen det første observerbare tegn på et soludbrud.

Afhængigt af den lokale konfiguration af Solens magnetfelt kan en flare efterfølges af en ‘Coronal Mass Ejection’ (CME), hvor eksplosionen skyder elektrisk ladede partikler fra Solen ud i rummet. På vej væk fra Solen vil en CME møde tidligere udsendte partikler fra solvinden og presse dem sammen til en chokfront. Når en sådan front rammer Jordens magnetfelt, kan den skabe kraftige forstyrrelser i feltet, hvilket kaldes en ‘geomagnetisk storm’. En chokfront fra et soludbrud vil typisk ramme Jorden en til to dage efter eksplosionen på Solens overflade. Selve partikelstrålingen associeret med flares og CMEer betegnes et ‘Solar Particle Event’ (SPE).

Hvordan et soludbrud udmønter sig på Jorden, afhænger af flere forhold. Et soludbrud af en given størrelse vil ikke altid give samme grad af konsekvenser på Jorden, bl.a. fordi Jordens magnetfelt vil interagere med chokfronten skabt af CME og solvinden og afbøde den i forskellig grad. Et synligt og helt ufarligt resultat af dette er polarlys (nordlys og sydlys).

Bl.a. fordi Jordens magnetfeltstyrke varierer med breddegrad, vil de negative konsekvenser af et soludbrud opleves meget forskelligt lokalt på Jorden, selvom flares, SPE og CME rammer hele planeten og menneskeskabte objekter i rummet. Konsekvenserne kan bl.a. omfatte afbrydelser af elforsyning, nedbrud af elektrisk udstyr samt forstyrrelser af rumbaseret infrastruktur til bl.a. kommunikation, magnetisk navigation, jordobservation og rumvejsobservation.

Udover rumvejr kan rumhændelser også forårsages af satellitter, rumsonder, rumfartøjer og især rumaffald, som er genereret gennem mere end seks årtier med menneskelig rumaktivitet. Selvom der er meget plads i rummet, og disse menneskeskabte objekter er i kredsløb i forskellige højder og baner, sker der kollisioner.

Risikoen er stigende, eftersom antallet af objekter vokser med meget stor hastighed. Ved udgivelsen af sidste version af NRB i januar 2017 var der ca. 1.300 operative satellitter i kredsløb om Jorden. I januar 2022 var dette tal steget til ca. 4.900, og hertil kommer ca. 3.000 satellitter, der enten er udfasede eller holdt op med at fungere.

Herudover estimerer den europæiske rumorganisation (ESA) – ligeledes pr. januar 2022 – at 36.500 stykker rumaffald større end 10 cm, 1 mio. stykker større end 1 cm, og 330 mio. mellem 1 mm og 1 cm kredser om Jorden. Ca. 30.600 af disse objekter monitoreres fra Jorden. Mens store satellitter har evnen til at undgå større, sporbare stykker rumaffald, er mindre fragmenter næsten umulige at opdage. Små satellitter, som de såkaldte cubesats, har ikke mulighed for at styre uden om rumaffaldet og kan derfor ikke undgå kollision. Kollisionerne kan være meget voldsomme, idet den gennemsnitlige kollisionshastighed er ca. 36.000 km/t.

Forekomst

Frekvensen af soludbrud (og dermed flares, CME, geomagnetiske storme og SPE) er tæt forbundet med Solens aktivitet, der afspejles i antallet og størrelsen af solpletter på Solens overflade. Fra optegnelser, som går tilbage til 1700-tallet, er det konstateret, at solpletaktivitet følger en cyklus af højere og lavere intensitet. Gennemsnitligt spænder en solcyklus 11 år fra én høj- eller lavintensitetsperiode til en anden.

I en lavintensitetsperiode forekommer der statistisk set et soludbrud hver femte dag, og i en højintensitetsperiode kan der være tale om tre pr. dag. Selvom soludbrud således forekommer med meget høj frekvens, er det dog relativt sjældent, at konsekvenserne mærkes på Jorden. Det skyldes, at der skal være et sammenfald af ugunstige omstændigheder, herunder udbruddets art og styrke, den retning som stråling og partiklerne udsendes i samt Jordens position i sin bane rundt om Solen på tidspunktet for udbruddet. I juli 2012 passerede effekterne fra et ekstraordinært kraftigt soludbrud fx forbi Jorden, men ville have ramt Jorden, hvis udbruddet var indtruffet blot en uge tidligere.

De enkeltstående massive soludbrud, som resulterer i skadelige konsekvenser på Jorden, er sjældne, men kan forekomme i perioder med både lav og høj samlet solaktivitet. Middelstore udbrud (fx de som indtraf i 1972, 1989 og 2003) antages statistisk set at ramme Jorden én gang i løbet af hver eller hver anden 11-års cyklus. Store udbrud (af en størrelse tilsvarende et i 1921) antages af ramme gennemsnitligt én gang hvert 100. år, mens meget store udbrud (erfaret i 1859) betragtes som 100- til 500-års hændelser.

Eftersom eksisterende viden om soludbrud kun baseres på par århundreders observation, hersker der dog stor usikkerhed omkring disse frekvensvurderinger, ligesom det ikke vides,

hvor kraftigt et soludbrud Solen er i stand til at generere. Forståelsen for mekanismerne bag soludbrud og evnen til at forbedre prognoser for deres forløb forventes imidlertid at vokse i de kommende år.

Varigheden af soludbruds direkte negative konsekvenser på Jorden er typisk kort (timer), men kan vare op til et par dage. De indirekte konsekvenser kan imidlertid kræve længere tid til reparation og genopretning. Den geografiske udbredelse vil som nævnt kunne forekomme i store dele af verden på samme tid, men opleves meget forskelligt lokalt. De nordligste og sydligste breddegrader er særligt udsatte, og selvom Danmark som et nordligt beliggende land hidtil ikke har oplevet skadelige effekter i betydeligt omfang, vil vi sandsynligvis opleve det i fremtiden.

På lige fod med andre naturhændelser som fx ekstremregn eller orkaner er der ingen mulighed for at omdirigere eller afbøje effekterne af et soludbrud. De soludbrud, som rammer Jorden, kan heller ikke forudsiges, før de finder sted. Det er i dog i nogen grad muligt at varsle, før effekterne indtræffer, og udarbejde prognoser, mens de udspiller sig. CME'er og SPE'er kan være dage om at nå frem. For at gøre brug af et eventuelt varsel, kræver det dog, at der findes viden hos modtagerne om passende foranstaltninger.

For så vidt angår utilsigtede kollisioner mellem menneskeskabte rumobjekter, er disse ligeledes sjældne hændelser. Problemet er dog, at hver gang det sker, fører det til et stort antal af nye rumaffaldfragmenter, som dermed øger risikoen for den næste kollision.

Herudover kan nævnes, at fire lande indtil videre (USA, Kina, Indien og Rusland – senest i november 2021) har skudt med misiler på egne satellitter for at destruere dem – enten for at demonstrere militær antisatellit våbenkapacitet (ASAT) og/eller for afværge potentiel nedstyrtning. I disse tilfælde har eksplosionerne skabt millioner af fragmenter, som stadig er i kredsløb

om Jorden. Flere andre lande råder over ASAT våbensystemer.

Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn



Varighed



Geografisk udbredelse



Hyppeghed



Indikatorer/varslingsmuligheder

Alvorlige

Ekstreme

Konsekvenser

Menneskelig aktivitet er gennem det seneste århundrede blevet mere og mere afhængig af elektricitet, computere og anden teknologi til fx navigation, information og kommunikation. Rumhændelser kan påvirke denne teknologi, som mange samfundsvigtige funktioner og almindelige serviceydelser beror på – ikke mindst i Danmark som et af de mest digitaliserede lande i verden. Vores sårbarhed over for rumhændelser afhænger derfor af, hvor afhængige vi er af enkelte systemer.

Det er vanskeligt at afgøre den præcise indvirkningskraft, et kraftigt soludbrud vil have på et givet system eller type udstyr, idet mange tidligere kendte hændelser forekom, før nyere teknologier eksisterede. Tæt komprimerede computerchips og avancerede elektriske apparater kan muligvis vise sig mere sårbare end tidligere og mere simpelt opbygget teknologi. Under alle omstændigheder er elektricitet, computere, it- og satellitbåren teknologi allestedsnærværende i vores hverdag.

De sårbarheder, der måtte være ift. rumvejr, har derfor potentiale til at medføre vidtgående konsekvenser.

Det er særligt fænomenet 'Geomagnetically Induced Currents' (GIC), som giver problemer. Når et soludbrud skaber en geomagnetisk storm i Jordens magnetfelt, kan forstyrrelserne skabe elektrisk strøm i elementer, der er velegnede elektriske ledere. Mest oplagt er højspændingsledninger i elforsyningsnet, hvor GIC kan forårsage overspænding på op til 20 volt pr. kilometer kabel. Lande, som har et meget langstrakt forsyningsnet og langt imellem forbrugere og transformatorstationer, er i den forbindelse særligt udsatte. Dette forhold gælder i udgangspunktet ikke for det danske elnet. Dog er Danmark forbundet med det norske, tyske og svenske elnet, og hvis overspænding i disse net forårsager større tekniske problemer, kan problemerne under særlige forudsætninger forplante sig til Danmark. Omfanget af konsekvenserne afhænger endvidere af ledningsevnen i jord, der kan variere meget afhængig af lokale geologiske forhold.

GIC har i nogle tilfælde i udlandet sat transformatorstationer ud af drift med længerevarende strømafbrydelser til følge. Strømafbrydelser på mere end få timer kan have betydelige kaskadeeffekter mange steder i samfundet. Dertil kommer, at en kraftig geomagnetisk storm også kan påvirke fx undersøiske kabler og anden kritisk infrastruktur.

Systemer til radiokommunikation og radarovervågning er også sårbare over for effekterne af rumvejr. Geomagnetiske storme kan fx sætte modtagerenheder helt ud af drift. Svigt af systemerne kan betyde, at det i en periode ikke er sikkert at lande og lette fly fra visse lufthavne, eller at flyruter må aflyses eller omlægges.

Satellitter i kredsløb uden for Jordens beskyttende atmosfære er særligt udsatte for effekterne af rumvejr. Før opsendelse udstyres de med et særligt materiale til afskærmning mod stråling samt partikler fra solvinden, og de kan således

til en vis grad modstå effekterne af et soludbrud. Det er dog begrænset, hvor robust en afskærmning man kan foretage, før satellitter bliver for tunge til opsending. Endvidere ældes satelliternes solpaneler og elektronik hurtigt ved den ekstraordinære påvirkning, hvilket medvirker til at gøre dem sårbare. Kraftige soludbrud kan derfor sætte satellitter ud af drift – midlertidigt eller permanent. Endelig kan soludbrud også skabe forstyrrelser i de øvre dele af Jordens atmosfære (ionosfæren) eller skabe kraftig radiostøj, der bl.a. kan påvirke signaler fra navigationssatellitter.

Som tidligere nævnt var der pr. januar 2022 ca. 4.900 operationelle satellitter i kredsløb om Jorden. Denne satellitbaserede infrastruktur tjener mange forskellige formål, som fx kommunikation, transmission, navigation, præcis angivelse af tid, observationer af vejrsystemer, klimaets udvikling og andre fænomener på Jorden samt rumforskning. Globale satellitnavigationssystemer (GNSS – Global Navigation Satellite system) er fx en udbredt teknologi i mange menneskers dagligdag til brug i biler og i mobiltelefoner og et kritisk element i mange industrier og erhverv, som fx kommerciel søfart og landtransport. Rumhændelser indebærer derfor en risiko for store forstyrrelser i transport og logistik. EU har estimeret, at over 10 pct. af EU's samlede BNP til en vis grad er afhængig af GNSS, og konsulentfirmaet London Economics anslog i en rapport fra 2019, at 23 pct. af Danmarks BNP skabes i brancher, der er afhængige af GNSS. Meget præcise tidsangivelser baseret på atomure i GNSS-satellitterne er ligeledes kritisk i mange sammenhænge, eksempelvis ifm. værdipapirhandel og andre finansielle transaktioner.

I takt med at flere hverdagsprocesser beror på satellitbaseret infrastruktur, bliver det i stigende grad vanskeligt at overskue de præcise konsekvenser, der vil følge af at miste funktionen af en givet satellit eller et givet satellitsystem. Mange satellitsystemer består af flere satellitter, der har et vist overlap i deres funktionsområde, mens andre løser en unik opgave. Et kraftigt soludbrud

vil kunne få alvorlige konsekvenser for mange satellitter samtidigt og/eller vil kunne ramme satellitter med særligt samfundsvigtige funktioner.

Udover rumvejr kan flere af de ovennævnte konsekvenser også forårsages af sammenstød af satellitter eller andre menneskeskabte rumobjekter. Et enkelt sammenstød kan generere nok rumaffald til at ødelægge ruminfrastruktur, der fx påvirker navigation og kommunikation på Jorden. Alle satellitter har en begrænset levetid, og der planlægges langsigtet for deres afløsning. Forberedelse og opsendelse af en satellit i kredsløb tager dog typisk flere år. At erstatte en eller flere tabte satellitter vil derfor være en både omkostningssung og tidskrævende proces.

På ovenstående baggrund – og trods det begrænsede antal fortilfælde – vurderes de mulige konsekvenser af rumhændelser i et 'realistisk værste-falds-scenarie' at kunne være meget alvorlige for opretholdelsen af samfundsvigtige funktioner og samtidig forbundet med meget store økonomiske tab og skader på ejendom. I et nyere studie fra ESA estimeres det fx, at den potentielle socioøkonomiske indvirkning i Europa fra en ekstrem rumhændelse kunne beløbe sig til omkring 15 mia. euro.

Omvendt vurderes de mulige konsekvenser for menneskers liv og helbred samt for natur og dyreliv at være meget begrænsede. Stråling fra rumvejr kan dog udgøre en fare for astronauter og muligvis også for passagerer og besætning på et meget højtgående fly, såfremt det er i luften på et ugunstigt sted og tidspunkt. Hertil kommer risikoen for indirekte konsekvenser, såfremt forstyrrelser i navigations- og kommunikationssystemer fx måtte medvirke til transportulykker, påvirker nødopkaldsfunktioner eller forsinke redningsindsatser. Endelig vil nedstyrtning på land-jorden af en satellit eller andet menneskeskabt rumobjekt ligeledes evt. kunne koste liv og/eller forårsage miljøforurening.

Hændelsestypens konsekvenser



Liv



Helbred



Miljø



Økonomi



Ejendom



Samfundsvigtige funktioner

Alvorlige

Ekstreme

Tendenser

Solens aktivitet nåede sit seneste minimum i december 2019. I den aktuelle cyklus vil aktiviteten, og dermed også antallet af soludbrud, tiltage i de kommende år og forventes at nå sit maksimum i 2025. Et større antal soludbrud betyder alt andet lige også en større risiko for flares, CME, geomagnetiske storme og SPE rettet mod Jorden.

Det forventes ikke, at maksimum solpletaktivitet for denne cyklus vil være særlig kraftigt, men det har ikke nogen betydning for styrken af de soludbrud, der kan opstå. Fra 2025 vil aktiviteten forventeligt aftage igen, men der er dog en tendens til, at særligt kraftige soludbrud ses i årene efter maksimum, ganske som det var tilfældet i efteråret 2003 (beskrevet i dette kapitels indledende tekstboks).

Rummet er et af de domæner, som har stor betydning for vækst i samfundet og kan bidrage til at løse nogle af tidens store udfordringer på

Jorden. Der kan argumenteres for, at et nyt rumkapløb er sat i gang – ikke blot civilt men også militært. Flere lande har fx fremlagt forsvarsstrategier for rummet og etableret rumkommandoer, fx USA med oprettelsen af U.S. Space Force i 2019. I december samme år erklærede NATO rummet for et 'operationelt domæne' på linje med eksisterende domæner for land, vand, luft og cyberspace.

Udover det fornyede fokus fra stormagterne og mellemstore lande har mindre nationer også ambitioner i rummet. Danmark lancerede fx sin første nationale strategi for rummet i 2016, hvori rumområdet udpeges som et strategisk forsknings- og innovationspolitisk indsatsområde med væsentligt vækstpotentiale. En revision af strategiens målsætninger i 2021 afspejler bl.a., at rumbaseret teknologi og viden er en grundlæggende forudsætning for grøn omstilling, håndtering af klimaudfordringer samt for en række samfundsvigtige funktioner.

Endvidere sendte Danmark i 2018 sin første militære satellit (Ulloriaq) i kredsløb. Satellitten var en testsatellit til at undersøge potentialet for monitorering af skibe og fly i det arktiske område. Baseret på erfaringerne fra Ulloriaq-missionen overvejes nu opbygning og udvikling af en dansk rumbaseret infrastruktur bl.a. til overvågning, men potentielt også til andre samfundsvigtige funktioner. Med aftalen om Arktisk kapacitetspakke i 2021 planlægges forsvarets opgaveløsning – både militært og civilt – ifm. overvågning og tilstedeværelse i Arktis også styrket via etablering af en satellitkonstellation i rammen af et multinationalt program. Derudover vil der blive etableret en jordstation til nedtagning af satellitdata samt afsat ressourcer til indkøb af kommerciel satellitkommunikationsbåndbredde for at styrke kommunikationen i Arktis.

Mens rummet traditionelt udelukkende har været et domæne for statslige aktører, er der i de seneste år kommet flere og flere private aktører til. Der findes i dag en række kommercielle foretagender, som opsender satellitter, og nogle

af disse planlægger egne satellitnetværk for fx at kunne tilbyde rumbaseret internet. Teknologiske fremskridt har derudover medført, at funktionsdygtige satellitter kan bygges i størrelser af fx 10 cm x 10 cm x 10 cm eller endnu mindre. Dermed kan en enkelt raket transportere et stort antal enheder, hvilket også medfører, at transportprisen for hver enhed i dag kan være så lille (fx under 40.000 euro), at selv mindre virksomheder og institutioner kan betale for at få sendt deres egen satellit eller konstellation af satellitter i kredsløb. Det har aldrig været billigere, og priserne falder fortsat.

Alle disse forhold medfører, at der forventes mange tusinde nye satellitter i kredsløb i løbet af ganske få år. I takt med at antallet af menneskeskabte objekter omkring Jorden stiger, vokser risikoen for kollisioner også og dermed også risikoen for, at de mest anvendte satellitbaner bliver ubrugelige for fremtidige generationer. Den ultimative konsekvens kunne blive det såkaldte 'Kessler-syndrom', præsenteret af NASA-forskeren Donald J. Kessler i 1978: når mængden af rumaffald når over en kritisk grænse, vil kollisioner forårsage en kaskade af nye kollisioner, der effektivt set vil forhindre fri og sikker adgang til rummet. Pga. de mange nye satellitter i rummet er flere forskere bekymrede for, at dette scenarie kan blive en realitet.

Til gengæld arbejdes der både på at begrænse dannelsen af nyt rumaffald og reducere mængden af eksisterende rumaffald. NASA opsendte fx i 2019 en satellit ved navn Mission Extension Vehicle 1, der i 2020 reaktiverede en død kommunikationssatellit, og i 2022 vil NASA opsende Restore-L, der skal tanke og reaktivere en død jordobservationssatellit. ESA planlægger at opsende den første testmission til at rydde rumaffald af vejen i 2025. Herudover er EU i gang med at opbygge et netværk af sensorer, der skal overvåge og spore objekter i rummet for at kunne varsle om risikoen for kollisioner.

Generelt kan det konkluderes, at samfundets afhængighed af satellitbaseret infrastruktur vil

stige. Det skyldes, at satellitter enten erstatter jordbaserede systemer, eller fordi systemer på Jorden kun vil være tilgængelige eller anvendelige vha. rumbaseret infrastruktur. Eftersom satellitbaserede systemer er betydeligt mere sårbare ift. effekterne af rumvej, og da truslen fra rumaf-fald er voksende, vil den samlede risiko for vores samfund også være stigende.

Eksempler

Den 2. september 1859 kunne der observeres flere usædvanligt store flares på Solen. 17½ time senere ramte den tilhørende CME Jorden og forårsagede kraftige GIC-strømme i telegrafnettet. Telegrafister fik stød, og nogle steder brød papirer i brand i telegrafstationsbygninger, som følge af den overspænding, der blev skabt i de lange kabler. Denne begivenhed er kendt som Carrington-hændelsen, opkaldt efter astronomen Richard C. Carrington, som studerede fænomener på Solen. Hændelsen refereres ofte til som den kraftigst kendte geomagnetiske storm på Jorden. Intensiteten til trods var konsekvenserne begrænsede, idet der dengang ikke eksisterede megen strømledende infrastruktur, afhængigheden af elektricitet var begrænset, og rumbaseret infrastruktur endnu ikke fandtes. Det er uvist, hvor store konsekvenser den samme hændelse ville have i dag.

I marts 1989 var en CME og efterfølgende GIC årsag til et sammenbrud af energiforsyningen i Québec, Canada. Styrken af CME'en var langt mindre end Carrington-hændelsen, men den efterlod seks mio. mennesker uden strøm i ni timer med store økonomiske tab til følge. Samtidigt kunne flykaptajner melde om støj på radiolinjerne, og adskillige skibe mistede radiokontakten med land. Også kommunikationen med flere satellitter blev forstyrret i mange timer, og bl.a. en stor mængde vejrdato blev tabt. På rumfærgen Discovery viste måleinstrumenter forkerte værdier. I august samme år forårsagede en separat GIC-hændelse nedbrud i canadiske PC'ere og bl.a. måtte børsen i Toronto lukke for al værdipirhandel i en periode på tre timer.

Den næste større rumvejshændelse med alvorlige konsekvenser på Jorden var de såkaldte 'Halloween-storme' i oktober og november 2003, som er beskrevet i dette kapitels indledende tekstboks. Siden da har der været mindre hændelser. Den 4. november 2015 forstyrrede et soludbrud fx radarsystemerne i Sverige i en sådan grad, at det ikke længere var forsvarligt at lette og lande fly i svenske lufthavne. Lukningen af luftrummet skabte forsinkelser og aflysninger på flyruter, også udenfor Sverige. At der ikke oplevedes tilsvarende forstyrrelser i Danmark skyldtes sandsynligvis, at radarsystemer i danske lufthavne opererer i andet frekvensfelt end svenske.

Blandt de utilsigtede kollisioner mellem menneskeskabte rumobjekter indtraf en af de mest kendte den 10. februar 2009, hvor to satellitter – Iridium 33 og Kosmos-2251 – ramte hinanden ved et uheld. Iridium 33 var en aktiv amerikanskbygget kommerciel kommunikationssatellit ejet af Iridium Communications. Kosmos-2251 var en russisk militærkommunikationssatellit, som var blevet deaktiveret i 1995 og forblev i kredsløb som rumskot uden fremdrivningssystem eller aktiv kontrol. De to satellitter fløj med 24.480 km/t og havde en samlet vægt på 1.500 kg. Det kolossale momentum udslettede derfor dem begge, og sendte mere end 2.000 ca. 10-15 cm store fragmenter i kredsløb omkring Jorden. Banerne for de fleste fragmenter er dog heldigvis ved at henfalde, så de til sidst vil brænde op i atmosfæren.

Dette var første gang, at en højhastighedskollision opstod mellem to satellitter, men der har været flere 'nærvedhændelser' og mange utilsigtede kollisioner mellem satellitter og rumskot. Som eksempel på sidstnævnte kan nævnes kollisionen mellem en russisk nanosatellit og fragmenter fra en destrueret kinesisk vejrsatellit i januar 2013. Fragmenterne stammede fra Kinas nedskydning af satellitten i 2007.

Hvad nu hvis...

... et voldsomt soludbrud med en kraftig flare og medfølgende udladning af energirige elektrisk ladede partikler (SPE) rammer Jorden i et aldrig tidligere observeret omfang. Alle de fire store globale navigationssatellitsystemer – GPS (USA), Galileo (EU), GLONASS (Rusland) og BeiDou (Kina) – oplever udfald af de fleste satellitter. Positionsangivelser ved hjælp af satellitnavigation er herefter utilgængelige, og mange elektroniske finansielle transaktioner er ikke mulige. TV-stationer er ude af stand til at transmittere effektivt pga. udfald af kommunikationssatellitter. Europas vejrsa-

tellitter, som bl.a. giver DMI adgang til vejr- og klimadata, påvirkes også. Transatlantiske og polare flyruter omlægges eller aflyses, hvorved flyulykker undgås, men som indirekte konsekvens af manglende præcise signaler indtræffer der en alvorlig maritim ulykke i dansk farvand med flere omkomne og tilskadekomne.

Godt et halvt døgn efter SPE'en rammes Jorden af en ekstraordinær kraftig CME, og GIC-strømme forårsager strømudfald i flere af Danmarks nabolande med følgevirkninger for elforsyningen i Danmark. Herudover er der

i dele af Danmark periodiske driftsforstyrrelser i mobilnettet og det danske radionet til beredskabskommunikation – SINE (Sikkerhedsnet). Der er fortsat tilgængelige kommunikationslinjer, men den manglende nyhedsstrøm på TV-medierne, ustabilitet i mobilnet og strømudfald gør det vanskelig at skabe et overblik over situationen, og der opstår utryghed i befolkningen pga. sparsom information. Samtidig opstår der mistanke om, at kriminelle aktører og fremmede stater vil udnytte situationen ved at foretage cyberangreb mod kritisk infrastruktur.

OM RAPPORTEN

Nationalt Risikobillede (NRB) er Beredskabsstyrelsens periodiske sammenfatning af risikoanalyse på nationalt niveau. Rapporten udgives med intervaller på 4-5 år.

NRB udgives dels på Forsvarsministeriets og Beredskabsstyrelsens eget initiativ, dels på baggrund af en bestemmelse i EU civilbeskyttelsesmekanismen om, at medlemsstaterne skal videreudvikle risikovurderinger på nationalt eller relevant subnationalt niveau. NRB har således en dobbelt forankring i et nationalt og et europæisk behov. Det skal i denne sammenhæng også bemærkes, at NRB kun vedrører Danmark og ikke de øvrige dele af rigsfællesskabet.

NRB udarbejdes i samarbejde med et bredt udvalg af eksperter fra sektoransvarlige statslige myndigheder og andre aktører, fx universiteter. Det skal dog understreges, at det alene er Beredskabsstyrelsen, som er ansvarlig for beskrivelser, vurderinger og sammenstillinger i NRB.

Metode og terminologi

Med NRB tilstræber Beredskabsstyrelsen en informativ, overskuelig og lettilgængelig rapport. Metoden er primært kvalitativ, da pålidelige kvantitative data ofte er begrænsede eller utilgængelige for de udvalgte ekstraordinære og sjældent forekommende hændelsestyper. Fokus er derfor også i højere grad på hændelsestypers karakteristika og mulige konsekvenser frem for deres statistiske sandsynlighed.

I NRB betragtes 'risiko' ikke alene som et produkt af sandsynlighed (frekvens eller plausibilitet) multipliceret med konsekvenser, som kan omsættes til én enkelt matematisk værdi og derefter rangordnes ift. andre risici. Betegnelserne risiko og risici anvendes her i stedet mere alment om

typer af hændelser eller omstændigheder, som resulterer i uønskede konsekvenser.

Betegnelsen 'hændelsestype' bruges i NRB som et samlebegreb for hændelser, der deler en tilstrækkelig mængde karakteristika mht., hvordan de opstår, og hvad der kræves for at håndtere dem, uanset at de kan udspille sig på meget forskellige konkrete måder, tidspunkter og steder.

Fordelen ved at beskæftige sig med risici i form af hændelsestyper er, at det muliggør grupperinger af centrale udfordringstemaer og øger forståelsen af bestanddelene af de kendte risici.

Risikoidentifikation, udvælgelseskriterier og udvælgelsesproces

NRB indeholder ikke en udtømmende liste over alle hændelsestyper, som Danmark kan blive ramt af, og er ikke nogen garanti for, at der ikke vil optræde andre eller helt nye uforudsete hændelser. Nogle risici er relativt enkle at identificere, overvåge og analysere, enten fordi de jævnligt manifesterer sig som hændelser eller generelt er genstand for stor opmærksomhed. I andre tilfælde kræver det dyberegående analyser eller en god portion forestillingsevne at afdække nye risici eller nye måder, hvorpå velkendte risici kan udvikle sig.

Udvælgelsen af de hændelsestyper, som omhandles i NRB, er baseret på en indledningsvis opstilling af en liste over et større antal tænkelige hændelsestyper. Da der er tale om et nationalt risikobillede, er dette gjort ud fra kriterier om, at hver hændelsestype skal kunne:

- Udmønte sig i hændelser, forstået som afgrænsede forløb (i tid og rum).

- Indebære alvorlige og umiddelbare negative konsekvenser inden for Danmarks grænser.
- Medføre et akut behov for koordination og krisehåndtering på et niveau, der ikke blot er lokalt.

Hændelsestyperne skal herudover have et element af 'plausibilitet' baseret på fageksperters vurderinger af muligheden for, at hændelser inden for hver type kan forekomme inden for de næste 5 år. Det betyder dog ikke, at lignende hændelser skal have forekommet i eller have medført konsekvenser for Danmark tidligere.

Den indledende liste over hændelsestyper er herefter opdelt i taksonomiske niveauer. Fænomener med betydelige ligheder imellem sig er grupperet sammen, fx:

- Diverse smitsomme sygdomsudbrud under titlen 'Højvirulente sygdomme'.
- Ulykker med passagerskibe og forureningsulykker til søs under 'Maritime ulykker'.
- Større ulykker i luftfarten, på jernbanenet, på veje og broer samt i tunneller under 'Transportulykker'.

Fænomener, som kan betragtes som konsekvenser er i flere tilfælde ikke behandlet som selvstændige hændelsestyper, men i stedet lagt ind under andre hændelsestyper. Strømafbryder omhandles fx som konsekvens i flertallet af NRB's hændelsestyper – uanset at strømafbrydelser initieret pga. forhold internt i elsektoren kunne betragtes som separat hændelsestype. Naturbrande behandles som en konsekvens i kapitlet 'Hedebølger og tørke'.

Det endelige udvalg af hændelsestyper til inklusion i NRB er slutteligt foretaget ud fra vurderinger af mulige direkte eller afledte konsekvenser på seks parametre, henholdsvis liv, helbred, miljø, økonomi, ejendom og samfundsvigtige funktioner.

Betegnelsen 'samfundsvigtige funktioner' refererer her til den officielle danske definition: *"De aktiviteter, varer og tjenesteydelser, som udgør grundlaget for samfundets generelle funktionsdygtighed."*

Samfundsvigtige funktioner, hvor svigt eller ekstrem pres på tilgængeligheden vil medføre alvorlige negative konsekvenser, inddeles ud fra den danske definition i følgende 15 sektorer/områder:

- Energi
- Informations- og kommunikationsteknologi
- Transport
- Beredskab, politi og civilbeskyttelse
- Sundhed
- Sociale forhold
- Drikkevand og fødevarer
- Spildevand og renovation
- Finans og økonomi
- Uddannelse og forskning
- Meteorologi
- Forsvar samt efterretnings- og sikkerhedstjeneste
- Udenrigstjeneste
- Myndighedsudøvelse generelt
- Tværgående krisestyring

Ofte vil hændelsestyper kunne påvirke diverse samfundsvigtige funktioner igennem et udfald eller en forstyrrelse af understøttende 'kritisk infrastruktur'. Kritisk infrastruktur defineres i Danmark som:

"Infrastruktur – herunder faciliteter, systemer, processer, netværk, teknologier, aktiver samt serviceydelser – som er nødvendig for at opretholde eller genoprette samfundsvigtige funktioner."

Ved hjælp af denne udvælgelsesproces nåede Beredskabsstyrelsen frem til en endelig liste med 14 hændelsestyper til NRB 2022. Blandt de fraserterede hændelsestyper vil nogle muligvis kunne medtages i fremtidige udgaver af NRB. Beredskabsstyrelsen inviterer derfor også læsere til at forholde sig kritisk til udvalget i NRB

2022 ud fra egen organisatoriske kontekst. Ikke alle hændelsestyper har samme relevans for alle organisationer.

Det understreges endvidere, at rækkefølgen af hændelsestyper i NRB er struktureret tematisk, og ikke udtrykker en rangorden. Hver eneste hændelsestype kan for forskellige aktører have potentiale til at være 'den værste'. Beredskabsstyrelsen byder læseren velkommen til at udarbejde en egen rangorden, som tager højde for organisationens kontekst, herunder eksponering for forskellige hændelser.

Kapitlernes struktur

NRB 2022 består af et kapitel for hver af de 14 hændelsestyper. Hvert kapitel indledes med en kort opsummering af en relevant alvorlig hændelse, som har fundet sted i eller påvirket Danmark i nyere tid. Formålet er at give et konkret eksempel på, hvordan den pågældende hændelsestype kan udmønte sig.

I afsnittet 'Karakteristik' beskrives de fænomener, som hændelsestypen omfatter, og den mest centrale relaterede viden om deres årsagssammenhænge mv. Med til karakteristikken hører centrale begreber og definitioner, som præciseres i den givne sammenhæng.

I afsnittet 'Forekomst' beskrives det data- og erfaringsgrundlag, der er til rådighed ift. at vurdere, under hvilke omstændigheder (hvor, hvornår, hvor ofte, hvor længe) en hændelsestype vil kunne indtræffe. Som med alt, der vedrører fremtiden, er dette behæftet med varierende grader af usikkerhed. Derudover er vidensniveauet forskelligt, herunder hvilken type viden der findes om de enkelte hændelsestyper, hvor sikker denne viden er, og hvordan der kan gøres brug af den.

I afsnittet 'Konsekvenser' beskrives, hvilke umiddelbare skader, kaskadeeffekter og senere følgevirkninger det kan medføre, hvis en given hændelse indtræffer. Der tænkes i denne sammenhæng på tab af menneskeliv, skade på menneskers helbred (fysisk og psykisk), negativ

indvirkning på miljøet, økonomiske tab og udgifter, skade på privat og offentlig ejendom samt udfordringer for opretholdelsen af samfundsvigtige funktioner. Disse parametre omtales i det omfang, det er relevant for den givne hændelsestype.

At omtale forekomst og konsekvenser er ikke et forsøg på at spå om fremtiden eller skitsere præcis, hvordan en hændelse vil udmønte sig. Ekstraordinære hændelser og deres forløb er pr. definition vanskelige at forudse, og de konkrete hændelsesforløb vil næsten altid have overraskende elementer.

I afsnittet 'Tendenser' analyseres mulige tendenser, som fremover kan påvirke risikoen forbundet med hændelsestypen. Analysen har som udgangspunkt et femårigt sigte, men i nogle tilfælde, fx i relation til klimaforandringer, rækker tidshorisonten længere.

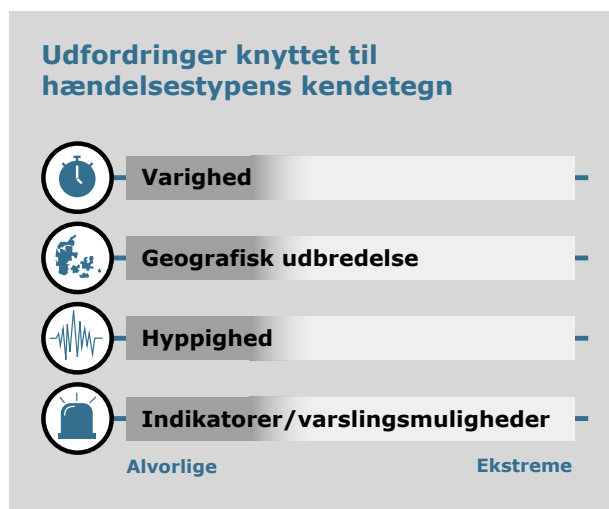
I afsnittet 'Eksempler' beskrives udvalgte tidligere indtrufne hændelser. Eksemplerne inkluderes efter en betragtning af deres relevans for den pågældende hændelsestype i en dansk kontekst. Flere af eksemplerne har i sig selv været baggrund for forebyggelsestiltag og vil derfor næppe kunne gentage sig i samme form. Ikke desto mindre tjener de til illustration af, hvad der tidligere har overrasket og resulteret i betydelige konsekvenser. Fremtiden kan ikke forudsiges på baggrund af fortiden, men erfaringerne fra tidligere hændelser kan give indsigt og vigtige læringspunkter om de mulige overraskelsesmomenter eller konsekvenser af fremtidige hændelser.

Endelig afsluttes hvert kapitel med et kort opridset fiktivt scenarie, under overskriften 'Hvad nu hvis...', der skal betragtes som en opfordring til videre refleksion. Scenarierne kan også bruges som inspiration ifm. beredskabsplanlægning, øvelsesplanlægning mv. Flere af scenarierne beskriver 'realistiske værste-falds-hændelser'. Scenarierne kan ved behov skaleres op eller ned ud fra organisatorisk eller geografisk kontekst.

De grafiske illustrationer

Teksten i hvert kapitel ledsages af to figurer. Figuren med titlen 'Udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn' angiver for hver enkelt hændelsestype, i hvor høj grad der er udfordringer forbundet med følgende fire parametre:

- **Varighed:** Hvor længe kan en hændelse af denne type stå på?
- **Geografisk udbredelse:** Hvor store dele af landet kan hændelser af denne type ramme samtidigt?
- **Hyppighed:** Forekommer hændelser af denne type ofte?
- **Indikatorer/varslingsmuligheder:** I hvilken grad er der mulighed for at forudse, at en hændelse vil indtræffe og varsle myndigheder og befolkning?



Figuren med titlen 'Hændelsestypens konsekvenser' er en grafisk opsummering af de konsekvenser, hændelser af den pågældende type kan have, fordelt på de seks parametre:

- **Liv** (dødsfald)
- **Helbred** (sårede, syge, inficerede/kontaminede, angst, utryghed mv.)

- **Miljø** (forurening af land- og vandmiljø, skader på dyr- og planteliv)
- **Økonomi** (pengemæssige tab)
- **Ejendom** (materielle ødelæggelser, tabt kulturarv, tab af intellektuelle rettigheder mv.)
- **Samfundsvigtige funktioner** (aktiviteter, varer og tjenesteydelser, som udgør grundlaget for samfundets generelle funktionsdygtighed)



Figurene skal betragtes som udtryk for kvalitative vurderinger. Figurene baseres ikke på matematiske beregninger eller eksakt videnskab, men skal give mulighed for sammenligninger på tværs af hændelsestyperne. Da hændelsestyperne kan udmønte sig på talrige forskellige måder, dækker angivelserne i figurene over et spænd af mulige udfald eller hændelsesforløb. Figurene angiver således et interval snarere end en specifik værdi.

Et eksempel på, hvor stort et interval parametrene dækker, er hændelsestypen ekstremregn, som både omfatter meget kortvarige lokale skybrud samt langvarige og geografisk udbredte nedbørshændelser. I figuren med udfordringer knyttet til hændelsestypens kendetegn tages der derfor

afsæt i en kombination af de værste egenskaber af de forskellige hændelser.

På baggrund af den samlede information, som er fremstillet i NRB 2022's kapitler, sammenstiller Beredskabsstyrelsen alle 14 hændelsestyper i en oversigtsfigur. Figuren oplister hændelsestyperne i den rækkefølge, de optræder i rapporten, og er derfor ikke et udtryk for en rangorden.

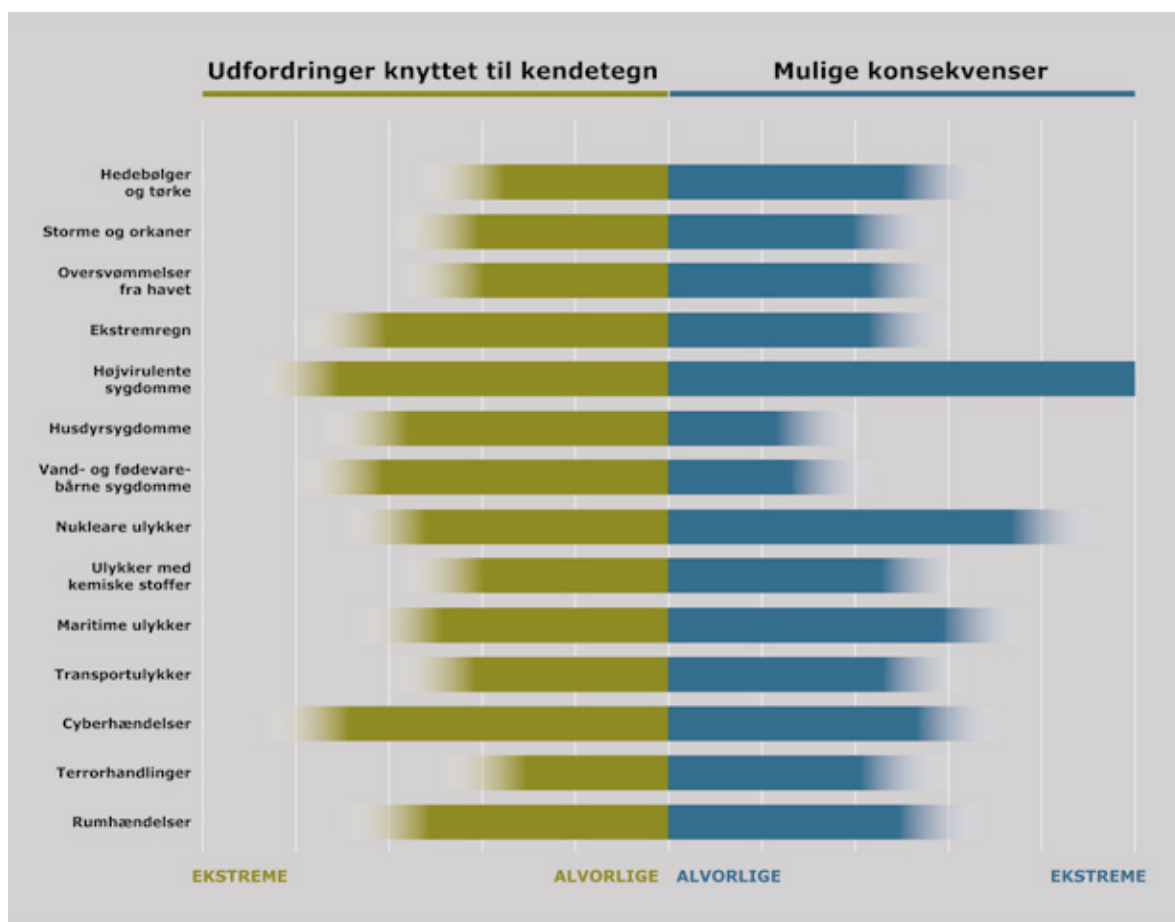
Ved denne relative sammenstilling gælder det, at figuren dels udtrykker vurderinger af 'realistiske værste-falds-udfald' af en given hændelse, dels vægtede gennemsnitsbetragtninger fra den underliggende analyse. Figurerne angiver derfor intervaller snarere end specifikke værdier.

De grønne udstrækninger i figurens venstre side angiver graden af udfordringer knyttet til hændelsestypernes kendetegn på parametrene varighed, geografisk udbredelse, hyppighed og indikatorer/

varslingsmuligheder. Udfaldsrummet rækker fra alvorlige udfordringer (i midten) til ekstreme udfordringer (yderst til venstre).

De blå udstrækninger i højre side angiver hændelsestypernes potentielle konsekvenser fordelt på parametrene liv, helbred, miljø, økonomi, ejendom og samfundsvigtige funktioner. Udfaldsrummet rækker fra alvorlige konsekvenser (i midten) til ekstreme konsekvenser (yderst til højre).

Hændelsestypernes samlede udstrækninger i figuren (de grønne og blå bjælker kombineret) skal ikke betragtes som absolutte værdier, idet udfordringer knyttet til kendetegn og konsekvenser kan vægtes forskelligt. At to bjælker (grøn og blå kombineret) har ca. samme længde betyder ikke nødvendigvis, at de er ligestillede i det samlede nationale risikobillede.



OM BEREDSKABSSTYRELSEN

Beredskabsstyrelsen er en statslig myndighed under Forsvarsministeriet og en central del af Danmarks katastrofeberedskab. Beredskabsstyrelsen arbejder for et robust samfund ved at udvikle og styrke beredskabet, så ulykker og katastrofer forebygges og afhjælpes. Beredskabsstyrelsen har to kerneopgaver: operativt beredskab og myndighedsopgaver.

Operativt beredskab

Beredskabsstyrelsens operative beredskab omfatter varetagelsen af de statslige opgaver vedrørende nationalt og internationalt beredskab, uddannelse af værnepligtige samt ekspertberedskaberne nukleart og kemisk beredskab. Det statslige redningsberedskab er døgnbemandet og placeret ved Beredskabsstyrelsens seks regionale beredskabscentre. Beredskabsstyrelsen indsættes ved varslede og uvarslede hændelser, der kræver specialudstyr og specialuddannet mandskab samt ved langvarige og/eller mandskabskrævende indsatser.

Myndighedsopgaver

Beredskabsstyrelsen varetager en række myndighedsopgaver på det beredskabsfaglige område og sikrer beredskabets udvikling ved at sætte fokus på muligheder, udfordringer og generelle udviklingstrends. Herudover varetager Beredskabsstyrelsen tilsyns- og rådgivningsopgaver i relation til de kommunale redningsberedskaber samt forestår en række brandforebyggende aktiviteter.

Beredskabsstyrelsen har endvidere ansvar for udvikling af samfundets krisestyringskapacitet, krisekommunikation og beredskabsplanlægning samt varetagelse af varslingsberedskabet.

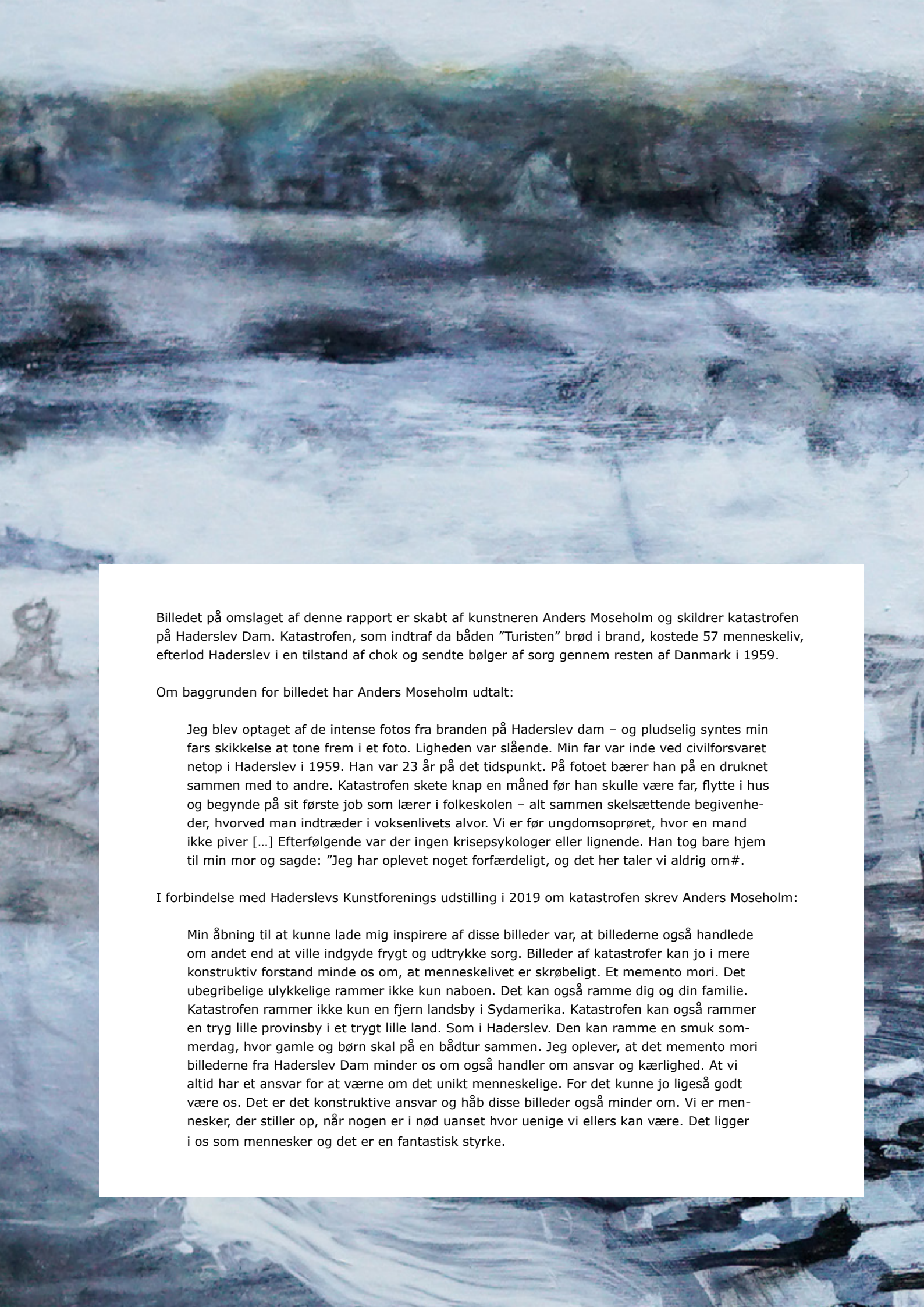
Endeligt varetager Beredskabsstyrelsen udvikling, tilrettelæggelse og gennemførelse af det statslige redningsberedskabs uddannelsesvirksomhed for alle aktører inden for beredskabsområdet, herunder det statslige redningsberedskab, sundhedsberedskabet, politiet, de kommunale redningsberedskaber samt frivillige i beredskabet mv.



Krediteringer

Omslagsillustration: Anders Moseholm, Derfor bliver vi ved med at søge, 2018, olie på lærred, 41,5 x 183,5 cm. © Anders Moseholm

Jesper Blæsild	side 3
Christian Lindgren/Ritzau Scanpix	side 9
Rasmus Skaftved/Ritzau Scanpix	side 14
DMI	side 16
Søren Bidstrup/Ritzau Scanpix	side 24
Mads Claus Rasmussen/Ritzau Scanpix	side 31
Kystdirektoratet	side 32
Colourbox	side 35
Keld Navntoft/TT/Ritzau Scanpix	side 38
Liselotte Sabroe/Ritzau Scanpix	side 46
Colourbox	side 53
Morten Stricker/Jysk Fynske Medier/Ritzau Scanpix	side 56
Colourbox	side 61
Janus Engel/Ritzau Scanpix	side 64
Jakob Jørgensen/Ritzau Scanpix	side 72
Colourbox	side 79
Michael Drost-Hansen/Ritzau Scanpix	side 82
Colourbox	side 87
Kristian Linnemann/AFP/Ritzau Scanpix	side 91
Anthon Unger/Ritzau Scanpix	side 99
Colourbox	side 103
Jacob Ehrbahn/Ritzau Scanpix	side 106
Jens Dresling/Politiken/Ritzau Scanpix	side 117
Nasa/Photoshot/Ritzau Scanpix	side 124
Jannik Thorup Larsen/Beredskabsstyrelsen	side 139



Billedet på omslaget af denne rapport er skabt af kunstneren Anders Moseholm og skildrer katastrofen på Haderslev Dam. Katastrofen, som indtraf da båden "Turisten" brød i brand, kostede 57 menneskeliv, efterlod Haderslev i en tilstand af chok og sendte bølger af sorg gennem resten af Danmark i 1959.

Om baggrunden for billedet har Anders Moseholm udtalt:

Jeg blev optaget af de intense fotos fra branden på Haderslev dam – og pludselig syntes min fars skikkelse at tone frem i et foto. Ligheden var slående. Min far var inde ved civilforsvaret netop i Haderslev i 1959. Han var 23 år på det tidspunkt. På fotoet bærer han på en druknet sammen med to andre. Katastrofen skete knap en måned før han skulle være far, flytte i hus og begynde på sit første job som lærer i folkeskolen – alt sammen skelsættende begivenheder, hvorved man indtræder i voksenlivets alvor. Vi er før ungdomsoprøret, hvor en mand ikke piver [...] Efterfølgende var der ingen krisepsykologer eller lignende. Han tog bare hjem til min mor og sagde: "Jeg har oplevet noget forfærdeligt, og det her taler vi aldrig om#.

I forbindelse med Haderslevs Kunstforenings udstilling i 2019 om katastrofen skrev Anders Moseholm:

Min åbning til at kunne lade mig inspirere af disse billeder var, at billederne også handlede om andet end at ville indgyde frygt og udtrykke sorg. Billeder af katastrofer kan jo i mere konstruktiv forstand minde os om, at menneskelivet er skrøbeligt. Et memento mori. Det ubegribelige ulykkelige rammer ikke kun naboen. Det kan også ramme dig og din familie. Katastrofen rammer ikke kun en fjern landsby i Sydamerika. Katastrofen kan også ramme en tryk lille provinsby i et trykt lille land. Som i Haderslev. Den kan ramme en smuk sommerdag, hvor gamle og børn skal på en bådturen sammen. Jeg oplever, at det memento mori billederne fra Haderslev Dam minder os om også handler om ansvar og kærlighed. At vi altid har et ansvar for at værne om det unikt menneskelige. For det kunne jo ligeså godt være os. Det er det konstruktive ansvar og håb disse billeder også minder om. Vi er mennesker, der stiller op, når nogen er i nød uanset hvor uenige vi ellers kan være. Det ligger i os som mennesker og det er en fantastisk styrke.

