



Årsredovisning 2019

TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Organisationsnummer: 202100-5182

Postadress: 164 90 Stockholm

Telefon: 08-555 030 00, fax, 08-555 031 00

Innehållsförteckning

1 GD har ordet	3
2 FOI uppgifter och mål	4
2.1 FOI uppgifter enligt instruktion	4
3 Samlad översikt	5
3.1 Årets verksamhet	5
3.2 Ekonomiskt utfall	7
Intäkter och kostnader	7
Finansieringskällor	8
4 Resultatredovisning	9
4.1 FOI:s kunskapsmodell	10
4.1.1 Kunskapsuppbyggnad	10
4.1.2 Kunskapstillämpning	13
4.1.3 Vetenskaplig kvalitet	15
4.2 Forskningsområden	16
4.2.1 Ledningsteknologi	17
4.2.2 CBRN-frågor	18
4.2.3 Flygsystem och rymdfrågor	20
4.2.4 Informationssäkerhet	21
4.2.5 Krisberedskap och civilt försvar	22
4.2.6 Operationsanalys och strategisk planering	23
4.2.7 Sensorer och signaturanpassning	24
4.2.8 Säkerhetspolitik	25
4.2.9 Telekrig	26
4.2.10 Undervattensforskning	28
4.2.11 Vapen, skydd och säkerhet	28
4.2.12 Försvarsekonomi	30
4.3 Övrig redovisning enligt instruktion och regleringsbrev	31
4.3.1 Nyttiggörande utanför totalförsvaret	31
4.3.2 Samverkan mellan militär och civil forskning samt mellan nationell och internationell forskning	33
4.3.3 Internationella samarbeten och tjänsteexport	34
4.3.4 Exportfrämjande verksamhet	36
4.3.5 Redovisning av arbetet med planering för verksamhet och organisation vid höjd beredskap	37
4.3.6 Redovisning av myndighetens anslagposter	38
4.4 Personal och kompetensförsörjning	43

4.4.1 FOI:s medarbetare	43
4.4.2 Åtgärder kompetensförsörjning	47
4.4.3 Bedömning	49
4.5 Effektivitet och god hushållning	50
4.5.1 Utveckling av FOI:s externa timpriser	50
4.5.2 Debiteringsgrad på forskningsavdelning	52
4.5.3 Debiteringsgrad för FOI totalt	53
4.5.4 Utveckling av FOI:s centrala OH-kostnader	53
4.5.5 Grunder för bedömning av den interna styrningen och kontrollen	54
4.6 Redovisning i samband med årsredovisning	55
5 Finansiell redovisning	57
5.1 Väsentliga uppgifter	57
5.2 Resultaträkning	58
5.3 Balansräkning	59
5.4 Anslagsredovisning	60
5.5 Avgiftsbelagd verksamhet	60
5.6 Tilläggsupplysningar och noter	61
5.6.1 Redovisning- och värderingsprinciper	61
5.6.2 Brytdag	61
5.6.3 Värdering av fodringar och skulder	61
5.6.4 Periodavgränsningsposter	61
5.6.5 Värdering av immateriella anläggningstillgångar	62
5.6.6 Värdering av materiella anläggningstillgångar	62
5.6.7 Uppgifter om ersättning m.m. till styrelseledamöter och ledande befattningshavare	62
5.6.8 Noter till Resultaträkning	64
5.6.9 Noter till Balansräkning	65

Bilagor:

Bilaga 1: Årsrapport 2019 för forskningsområdet CBRN

Bilaga 2: Årsrapport 2019 avseende nedrustnings- och icke-spridningsfrågor

Bilaga 3: Årsrapport 2019 avseende Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys

1 GD har ordet

Försvarsberedningens rapporter Motståndskraft och Värnkraft utgör grunden inför det kommande försvarsbeslutet 2021-2025. Tillsammans pekar de ut inriktningen av totalförsvaret och utformningen av det civila försvaret samt inriktningen av säkerhetspolitiken och utformningen av det militära försvaret. Värnkraft har fått särskilt mycket uppmärksamhet då den lyfter behovet av ekonomiska satsningar till det militära försvaret på ett sätt som inte har synts till sedan 1950-talet. Ambitionen som uttrycks i beredningens rapporter kommer också att ställa stora krav på forskning och utveckling. Det betyder att de senaste årens tillväxt på FOI både måste och kommer att fortsätta. Det ställer krav på oss som organisation om vi ska kunna göra det på ett hållbart sätt där relevans, kompetens och kultur går hand-i-hand. Samtidigt som vi konsoliderar så måste vi utveckla framtidens forskningsområden.

För våra säkerhetspolitiska analytiker har hösten präglats av flera dramatiska händelser inte minst i Mellanöstern, men också på andra håll i världen: Kina, Arktis, USA över till Brexit osv. Sammantaget innebär det att de säkerhetspolitiska analyser som Försvarsberedningen presenterade i våras sedan dess, gång på gång, skärpts ytterligare under andra halvan av 2019. Vår kunskap och förmåga att beskriva säkerhetspolitiska skeenden och sätta in dessa i sina sammanhang har därför haft en ovanligt bred efterfrågan av TV, radio och tidningar. Under hösten var det också dags för den nionde upplagan att beskriva och begripliggöra Ryssland utifrån landets militära förmåga. Rapporten vilar på vår breda tekniska och säkerhetspolitiska kompetens och har ett genomslag långt utanför Sverige.

Samtidigt som den säkerhetspolitiska arenan skakats om har vi fortsatt att leverera teknisk expertis av högsta kvalitet till våra olika uppdragsgivare, inte minst Försvarsmakten och Försvarets materielverk. Sveriges väsentliga säkerhetsintressen är alltså prioriterade i olika beställningar samtidigt som i princip alla andra områden växer. Sedan jag tillträdde i augusti som generaldirektör har jag vid flera tillfällen fått kvitto på det höga förtroende som FOI åtnjuter både nationellt och internationellt. Den vetenskapliga utvärderingen som en internationell panel genomfört av vår CBRN-expertis utgör inget undantag: verksamheten får så gott som genomgående betygen *excellent* eller *very good*.

I försvarsforskningsutredningen föreslogs att FOI skulle tilldelas medel för strategiska forskningssatsningar som långsiktigt bidrar till utvecklingen av ett stärkt totalförsvaret. Under 2019 har vi för första gången fått 20 miljoner kronor i anslagsmedel att använda för sådan egeninitierad forskning. Tack vare dessa pengar har FOI kunnat göra satsningar som annars inte hade kunnat göras. Vi har lagt pengarna på forskning som kan ge stöd till förmågeutveckling i ett mer långsiktigt tidsperspektiv, såväl för det militära som för det civila försvaret.

Jag vill även nämna den rapport om FOI som Ekonomistyrningsverket lämnade till regeringen i slutet av november. Med den som grund så ser jag med tillförsikt fram emot förslag på hur en långsiktig finansiering av vår forskningsinfrastruktur för integritets- och sekretesskänslig verksamhet ska komma att se ut.

Det är inte bara jag som är ny på FOI, i oktober tog också vår nya ordförande Björn von Sydow över efter Yvonne Gustafsson. Jag ser verkligen fram emot att tillsammans med alla medarbetare och vår styrelse få möjlighet att fortsätta att utveckla FOI till nytta för Sverige. Det är också min bedömning att FOI med utgångspunkt från instruktion, regleringsbrev och relevanta regelverk, har fullgjort de uppdrag som regeringen har ålagt FOI för 2019.

Jens Mattsson
Generaldirektör

2 FOI uppgifter och mål

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) bedriver verksamhet inom området försvar och säkerhet. Härefter ryms framförallt totalförsvaret¹ och samhällssäkerhet, bl.a. analys av förändringar i omvärld, hot och teknik, men även nedrustning och icke-spridning.

Målet för det militära försvaret är enligt regeringen att enskilt och tillsammans med andra, inom och utom landet, försvara Sverige och främja vår säkerhet. Detta ska ske genom att hävda Sveriges suveränitet, värna suveräna rättigheter och nationella intressen, förebygga och hantera konflikter och krig, skydda Sveriges handlingsfrihet vid politisk, militär eller annan påtryckning och om det krävs försvara Sverige mot incidenter och väpnat angrepp samt skydda samhället och dess funktionalitet i form av stöd till civila myndigheter.

Målet för det civila försvaret är att värna civilbefolkningen, säkerställa de viktigaste samhällsfunktionerna och bidra till Försvarsmaktens förmåga vid ett väpnat angrepp eller krig i vår omvärld.

Det enskilt viktigaste under försvarsinriktningsperioden 2016 t.o.m. 2020 är enligt regeringen att öka den operativa förmågan i krigsförbanden och att säkerställa den samlade förmågan i totalförsvaret.

2.1 FOI uppgifter enligt instruktion

FOI är Sveriges största samlade forskningsorganisation för totalförsvarets behov och för behov kopplade till samhällets säkerhet inklusive krisberedskapsystemet. FOI är en huvudsakligen uppdragsstyrd myndighet under Försvarsdepartementet, vars kompetens ska nyttiggöras i alla samhällssektorer. Verksamheten bidrar till det militära försvarets utveckling och samhällets säkerhet samt utgör ett kvalificerat stöd till Regeringskansliet och andra myndigheter med ansvar inom totalförsvaret och krisberedskap.

Enligt regeringens instruktion har FOI följande uppgifter och mål:

- FOI ska bedriva forskning, metod- och teknikutveckling samt utredningsarbete för totalförsvaret och till stöd för nedrustning, icke-spridning och internationell säkerhet. Myndigheten får även i övrigt bedriva forskning, metod- och teknikutveckling samt utredningsarbete. Verksamheten ska bedrivas med beaktande av krav på integritet, relevans och vetenskaplig kvalitet. Kvinnors och mäns villkor ska belysas och analyseras när det är relevant.
- FOI ska verka för att försvarsforskningen nyttiggörs även utanför totalförsvaret.
- FOI:s uppgift att bedriva försvarsunderrättelseverksamhet ska fullgöras genom analyser av information som inhämtats från offentliga informationskällor eller som lämnats av uppdragsgivare.
- FOI ska särskilt verka för samverkan mellan militär och civil forskning samt mellan nationell och internationell forskning.
- FOI ska på uppdrag av Försvarets materielverk bedriva exportrelaterad verksamhet inom försvarssektorn.
- FOI får bedriva tjänsteexport som är direkt kopplad till myndighetens verksamhetsområde och som ligger inom ramen för det uppdrag som anges i denna eller någon annan förordning.

¹ Totalförsvaret utgörs av det militära försvaret och det civila försvaret.

3 Samlad översikt

3.1 Årets verksamhet

Kunskapsbehovet inom försvars- och säkerhetsområdet fortsätter att öka. Det kan bl.a. hänföras till ett försämrat säkerhetspolitiskt läge som präglas av stor instabilitet och osäkerhet, men också till en snabb teknisk/vetenskaplig utveckling. Denna utveckling ställer förändrade krav på totalförsvaret och på en fungerande totalförvarsplanering. Verksamhetsåret har därför präglats av ett fortsatt stort och ökande behov av kunskapsbaserat stöd från FOI.

Arbetet med att stödja utvecklingen av den samlade förmågan inom försvars- och säkerhetsområdet har fortsatt, bl.a. genom att

- tillhandahålla forskningsbaserad kunskap, genom tekniskt och analytiskt expertstöd,
- bidra med oberoende bedömningar,
- leverera resultat från analyser och mätningar,
- följa utvecklingen och varna för omvärldsförändringar.

Under året har FOI rekryterat 117 nya medarbetare, spridda över samtliga avdelningar. Av dessa har 10 procent tidigare varit anställda och 15 procent tidigare varit examensarbetare vid myndigheten. Nettoeffekten av denna rekrytering är en ökning om 25 personer.

En utmaning har varit att snabbt integrera de nya medarbetare i verksamheten och att ge dem goda förutsättningar att utvecklas och bidra till verksamheten. Särskilt inom försvarsspecifika områden krävs erfarenhet och kunskap för att kunna svara upp mot faktiska behov hos våra uppdragsgivare. Det finns fortsatt behov av kompetensutveckling av medarbetare och kunskapsuppgyggnad inom såväl befintliga som nya områden.

Ytterligare medel för forskning inom totalförsvaret har beslutats av regeringen som under året bl.a. har bidragit till att stärka ovan nämnda behov av kompetensutveckling, bl.a. genom en satsning på egeninitierad forskning. Förstärkning har även skett avseende säkerhetspolitik, cyber, kemiska och biologiska stridsmedel, explosivämnen samt den internationella verksamheten på FOI.

Medlen för egeninitierad forskning har bl.a. använts till att starta multidisciplinär spelverksamhet där data från flera olika tekniska nivåer förs samman. Vidare har forskning om nya metoder för skydd och sanering avseende kemiska stridsmedel påbörjats. FOI bedriver också omvärldsbevakning för att identifiera möjliga nya forskningsinriktningar, exempelvis betydelsen av det mänskliga mikrobiomet för hälsa och förmåga samt kvantteknologier, där en särskild fördjupning har inletts inom kvantradarområdet. Dessutom har kärnkompetens förstärkts inom ammunitionssäkerhet och civilt försvar.

Försvarsmakten och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har, på regeringens uppdrag, fortsatt arbetet med att stödja myndigheternas arbete med totalförvarsplanering. Detta påverkar såväl det interna arbetet på FOI med egen totalförvarsplanering som uppdragen, då FOI stödjer andra myndigheter i deras planeringsarbete. Under året har FOI lämnat stöd till såväl Regeringskansliet som Försvarsmakten och MSB i att ta fram strategiska beslutsunderlag, bl.a. kriterier för prioritering av totalförsvaret. Stöd har även lämnats inför den stora totalförvarsövningen TFÖ 2020.

Strategisk utblick är en framåtblickande antologi som täcker alla delar av FOI:s forskning och analys. Årets rapport var den åttonde i ordningen, och fokuserade möjligheter och utmaningar med den tillväxt som totalförsvaret står inför. Artiklarna täckte en stor bredd - från trender och förändrade förutsättningar för totalförsvaret till hot och/eller skyddsmöjligheter inom några

teknikområden som till exempel cyber, syntetisk biologi och elektromagnetiska hot.

FOI:s kompetensbredd har även nyttjats för att göra internationellt uppmärksammade studier är den om rysk avreglingsförmåga (A2/AD). Det är ett militärt uttryck för förmåga att på avstånd hindra en motståndare från att uppträda i ett geografiskt område.

FOI har fortsatt utvecklingen av den infrastruktur, kunskap och kompetens som behövs för att driva och nyttja cyberanläggningar. Cyberanläggningen CRATE har använts för utbildning, övning, tester, experiment och framtagande av ny kunskap. Ett exempel är nyttjande av CRATE vid genomförandet av Försvarmaktens incidenthanteringsövning SAFE Cyber.

FOI har också tagit fram s.k. typfall för kemiska och biologiska vapen, dvs. underlag som kan användas i spel för beslutsfattande. Under 2019 har också en demonstrator för rymdlägesbild färdigställts och levererats till Försvarmakten. Syftet med demonstratorn är att bidra till en ökad förståelse för en rymdlägesbild med fokus på överflygningsanalyser av satelliter.

Inom ramen för ett internationellt samarbete har två omfattande sjöförsök genomförts, det ena under havsis i syfte att undersöka istäckets inverkan på spanings- och kommunikationssystemen och det andra i skärgårdsmiljö i syfte att demonstrera nya spanings- och kommunikationsmetoder som utvecklats inom ramen för samarbetet.

FOI har ett femårigt forskningsuppdrag från MSB för att studera hur det civila försvaret kan möta s.k. gråzonsproblematik. Målet med uppdraget är att skapa ett mer motståndskraftigt samhälle. Under året har tre områden som bedöms viktiga för uppbyggnaden av ett civilt försvar genomlysts i en första rapport: försvarsvilja, försörjningsförmåga och förståelse av hotbild.

I en av FOI:s mest lästa rapportserier om rysk militär förmåga utkom en ny rapport under hösten. Den analyserar de väpnade styrkorna och Rysslands militära handlingsfrihet samt de politiska och ekonomiska faktorer som påverkar den militära förmågeutvecklingen i ett tioårsperspektiv.

FOI har haft ett regeringsuppdrag att genomföra kvantitativa kartläggningar och analyser av den våldsbejakande extremistiska propaganda som sprids via internet och sociala medier i Sverige. Rapporten Digitalt slagfält fokuserar på internationella radikalnationalistiska miljöer och är en delredovisning av regeringsuppdraget.

Under 2019 har FOI haft några uppdrag från såväl Förvarsdepartementet som Försvarmakten med specifika frågeställningar kring kvinnligt och manligt perspektiv samt FN:s säkerhetsrådsresolutioner om kvinnor, fred och säkerhet. Som stöd till FOI:s chefer och projektledare har information och checklista tagits fram, för att säkerställa att jämställdhetsperspektivet beaktas då så är relevant i forskningen.

FOI:s egen totalförsvarsplanering, som påbörjades 2016, har fortgått under året. Aktiviteter som genomförts är intern utbildning av både chefer och medarbetare, samverkansmöten inom försvarssektorn samt fortsatt planläggning, bl.a. inför TFÖ 2020.

FOI har under året arbetat intensivt med att säkerställa myndighetens efterlevnad av både den nya säkerhetsskyddslagstiftning som trädde i kraft 2019 och de nya reglerna för etikprövning och god forskningssed som träder i kraft 2020.

FOI har bedrivit ett internt projekt i syfte att stärka arbetsgivarvarumärket och därvid tagit fram en tydligare strategi för att synliggöra verksamheten. FOI fortsätter även arbetet med att sprida forskningsresultat till en bredare allmänhet och startade under året en egenproducerad podcast som berör aktuella och relevanta forskningsfrågor. Det finns även framgent ett stort behov av att utveckla ny forskningsbaserad kunskap, kommunicera denna och därmed bidra till att skapa ny förmåga inom försvar och säkerhet.

3.2 Ekonomiskt utfall

Den ökade efterfrågan på FOI:s tjänster återspeglar sig även ekonomiskt. Omsättningen har ökat med 76 mnkr sedan 2018 och uppgår 2019 till drygt 1,2 mdkr.

Tabell: Resultaträkning

Intäkter/kostnader (mnkr)	Utfall 2019	Utfall 2018	Utfall 2017	Utf 2019 jmf med utfall 2018
Verksamhetens intäkter				
Intäkter av anslag	272,2	229,5	212,3	42,7
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	898,8	846,0	816,6	52,8
Intäkter av bidrag	77,2	95,7	91,6	-18,5
Finansiella intäkter	0,8	1,3	0,8	-0,5
Summa Verksamhetens intäkter	1 249,0	1 172,6	1 121,4	76,4
Verksamhetens kostnader				
Kostnader för personal	850,2	792,1	756,3	58,1
Kostnader för lokaler	133,9	123,8	124,0	10,1
Övriga driftkostnader	224,3	241,9	190,4	-17,6
Finansiella kostnader	0,6	0,9	0,7	-0,3
Avskrivningar och nedskrivningar	39,0	37,8	32,3	1,2
Summa Verksamhetens kostnader	1 248,0	1 196,4	1 103,8	51,6
Verksamhetsutfall	1,1	-23,9	17,5	25,0

Intäkter och kostnader

Intäkter av anslag har ökat som ett resultat av att anslaget 1:9 Totalförsvarets forskningsinstitut tillfördes 50 mnkr 2019, varav 20 mnkr avsåg egeninitierad forskning. Anslagsförstärkningen har även använts för verksamhet inom säkerhetspolitik, cyber, kemiska och biologiska stridsmedel, explosivämnen samt FOI:s internationella verksamhet. Se avsnitt 4.3.6.

Inom den avgiftsfinansierade verksamheten är Försvarmakten den största uppdragsgivaren med beställningar för närmare 670 mnkr 2019. Försvarmakten har ökat sina beställningar med drygt 130 mnkr sedan 2018. Detta är dels ett resultat av att Försvarmakten fått mer anslagsmedel för forskning och teknikutveckling, men också att beställningar från andra anslag har ökat. Se avsnitt 4.1.1.1. Försvarmaktens materielverk (FMV) däremot, har nästan halverat sina beställningar från FOI och intäkterna uppgår 2019 till knappt 100 mnkr. Orsaken är framför allt att anslagsmedel för vidmakthållande av material omfördelats från FMV till Försvarmakten.

På kostnadssidan har kostnader för personal ökat 2019, som en naturlig följd av att personalstyrkan ökat. Trots ökningen har FOI inte nått målet för antalet anställda. Se avsnitt 4.4. Även lokalkostnaderna har ökat vilket förklaras av att hyran höjts till följd av ombyggnationer av FOI:s lokaler i Kista och Umeå, samt nytt avtal för lokalvård.

Övriga driftkostnader har däremot sjunkit. En stor del av materialinköpen görs inom ramen för uppdrag och vidarefaktureras således uppdragsgivaren. Eftersom uppdragen varierar mellan åren, varierar också kostnaderna över tiden. Minskningen 2019 förklaras bl.a. av att inköpen till den externa forskningsverksamheten sjunkit med 17 mnkr, där den enskilt största minskningen avser inköp av material till SAUNA-projektet inom CBRN-området.

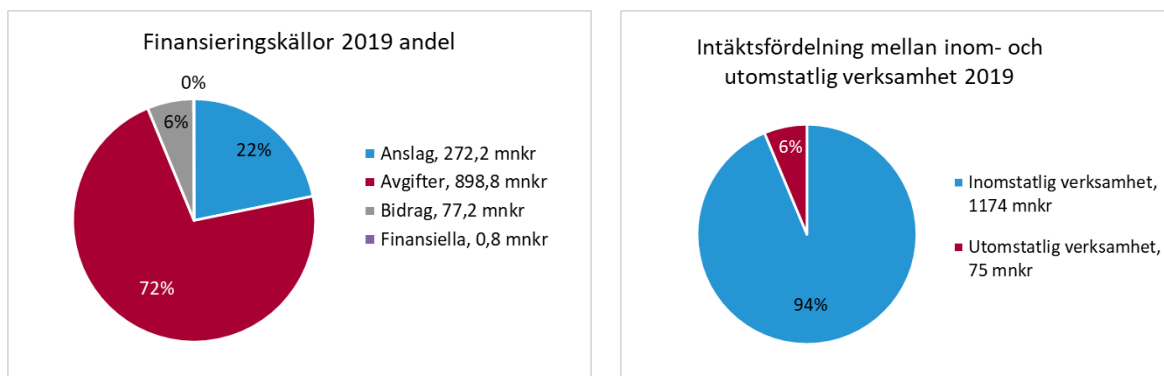
Årets nyinvesteringar uppgår till 47 mnkr, vilket är en ökning mot tidigare år. Det är framförallt

maskiner och tekniska anläggningar som nyanskaffats inom forskningsverksamheten. Ökade investeringar innebär också ökade avskrivningskostnader. Dessa har under 2019 ökat med drygt 1 miljon kronor.

Årets resultat, 1 miljon kronor, är bättre än föregående år och bättre än budgeterat. För 2019 hade FOI budgeterat ett negativt resultat om 15 mnkr. Avsikten var att använda ett sedan tidigare år uppbyggt myndighetskapital till strategisk kompetensutveckling. Det höga efterfrågetrycket tillsammans med den relativa bristen på personal har dock inneburit att externa uppdrag prioriterats och att personalkostnaderna blivit lägre än budgeterat.

Finansieringskällor

Figur: Finansieringskällor 2019 andel, samt fördelning av intäkter mellan inom och utomstatlig verksamhet 2019



Avgifter svarade 2019 för 72 procent av intäkterna och anslag för 22 procent. Andelen avgifter har legat tämligen konstant de senaste åren, medan andelen anslag ökat något på bekostnad av bidrag.

FOI:s avgiftsintäkter härrör till övervägande del från andra statliga myndigheter. FOI finansieras därmed huvudsakligen av medel, direkt eller indirekt, från statsbudgeten. Anslag som FOI disponerar, avgifter från andra statliga myndigheter och inomstatliga bidrag svarade för hela 94 procent av de totala intäkterna 2019.

4 Resultatredovisning

Förordningen (2000:605) om årsredovisning och budgetunderlag, 3 kap. Resultatredovisning.

1 § 1 st. Resultatredovisningen ska utformas så att den kan utgöra underlag för regeringens bedömning av myndighetens resultat och genomförande av verksamheten. Den ska utgå från de uppgifter som framgår av myndighetens instruktion samt de mål och krav som regeringen har angett i regleringsbrev eller något annat beslut. Redovisningen ska innehålla analyser och bedömningar av verksamhetens resultat och dess utveckling.

2 § 1 st. Resultatredovisningen ska lämnas enligt en indelning som myndigheten bestämmer, om inte regeringen har beslutat annat. Myndigheten ska fördela verksamhetens totala intäkter och kostnader enligt indelningen.

Instruktionen

1 § 1 st. Totalförsvarets forskningsinstitut har till uppgift att bedriva forskning, metod- och teknikutveckling samt utredningsarbete för totalförsvaret och till stöd för nedrustning, icke-spridning och internationell säkerhet. Myndigheten får även i övrigt bedriva forskning, metod- och teknikutveckling samt utredningsarbete. Verksamheten ska bedrivas med beaktande av krav på integritet, relevans och vetenskaplig kvalitet.

Regleringsbrev

Totalförsvarets forskningsinstitut ska, i likhet med övriga försvarsmyndigheter, i all verksamhet prioritera genomförandet av den försvarspolitiska inriktningen i enlighet med propositionen.

*1.1. Forskning och analys för säkerhet, försvar och beredskap**Återrapportering*

Verksamhetens resultat ska redovisas tillsammans med en bedömning av resultatens relevans, kvalitet och vetenskaplighet.

FOI:s forsknings- och utvecklingsverksamhet innebär både kunskapsuppbyggnad och kunskapstillämpning. Inom den kunskapsuppbyggande verksamheten bedrivs forskning och utveckling i ett långsiktigt perspektiv. Kunskapsuppbyggnaden utgör en grundförutsättning för kunskapstillämpningen, där den kunskap som byggts upp nyttjas för att lösa mer kortsiktiga behov i uppdragsgivarnas verksamhet. Under avsnitt 4.1 redogörs för verksamheten enligt denna kunskapsmodell tillsammans med en redovisning av verksamhetens kvalitet och vetenskaplighet.

FOI redogör också för forsknings- och utvecklingsverksamheten i forskningsområden, vilka samtidigt speglar FOI:s ämneskompetens och huvuduppdragsgivarnas långsiktiga kunskapsbehov. Redovisningen av verksamhetens syfte och innehåll görs framförallt enligt denna indelning. I avsnitt 4.2 presenteras verksamheten inom forskningsområdena och en bedömning görs av resultatens relevans.

4.1 FOI:s kunskapsmodell

För att FOI ska kunna vara strategiskt betydelsefullt över tiden, i takt med att teknik och metoder samt uppdragsgivarnas behov förändras, måste myndighetens forskningsbaserade kunskap ständigt utvecklas. FOI:s kunskapsmodell åskådliggör denna samverkan.

Interaktionen mellan kunskapsuppbyggande och kunskapstillämpande verksamhet utgör en viktig komponent för att uppnå önskad effekt av långsiktiga investeringar i forskning och utveckling. Kvaliteten på den kunskap som byggs upp utgör en grundförutsättning för en framgångsrik tillämpning. Kunskapstillämpningen bidrar i sin tur till nödvändig domänkunskap, vilken på ett avgörande sätt bidrar till relevans och inriktning av kunskapsuppbyggnaden. En långsiktig kunskapsbärande funktion förutsätter därför balans och interaktion mellan kunskapsuppbyggnad och -tillämpning.

Tabell: Verksamhet enligt kunskapsmodellen i mnkr

	Intäkter 2019	Intäkter 2018	Intäkter 2017	Andel 2019	Andel 2018	Andel 2017
Kunskapsuppbyggande verksamhet	666	595	549	53%	51%	49%
Kunskapstillämpande verksamhet	583	578	572	47%	49%	51%
Totalt FOI	1 249	1 173	1 121	100%	100%	100%
varav anslagsverksamhet FOI	272	229	212	22%	20%	19%

Av FOI:s totala verksamhet 2019 svarade kunskapsuppbyggande verksamhet för 53 procent av intäkterna medan kunskapstillämpning svarade för 47 procent. Fördelningen varierar mellan olika områden. Den kunskapsuppbyggande verksamheten har ökat något i andel av den totala verksamheten jämfört med 2018 och 2017.

4.1.1 Kunskapsuppbyggnad

FOI fungerar som kunskapsbärare för sina uppdragsgivare genom att bygga upp och förvalta forskningsbaserad kunskap inom myndighetens olika forskningsområden. Den kunskapsuppbyggande verksamheten inriktas för att kunna stödja uppdragsgivarnas kunskapsbehov i ett långsiktigt perspektiv. Tillsammans med domänkunskap inom försvar och säkerhet tillämpas kunskapen sedan för uppdragsgivarnas olika behov på såväl kort som lång sikt.

Tabell: Kunskapsuppbyggande verksamhet i tkr

	Intäkter 2019	Kostnader 2019	Resultat 2019	Intäkter 2018	Kostnader 2018	Resultat 2018	Intäkter 2017	Kostnader 2017	Resultat 2017
Extern kunskapsuppbyggande verksamhet¹⁾	415 866	-413 760	2 106	357 495	-373 688	-16 193	325 645	-313 477	12 168
Bidragsverksamhet	75 662	-84 045	-8 383	91 633	-90 445	1 187	91 131	-100 516	-9 384
Fö 1:9 ap.1 Egeninitierad forskning	19 998	-19 998	0	0	0	0	0	0	0
Fö 1:9 ap.2 Forskning inom CBRN-området	123 406	-123 406	0	112 528	-112 528	0	108 740	-108 740	0
Fö 1:9 ap.3 Polisens verksamhetsområden	4 782	-4 782	0	5 303	-5 303	0	4 977	-4 977	0
UD 1:6 ap.4 Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik, nedrustning och ickespridning, delområde Grundkompetens och infrastruktur	22 632	-22 632	0	23 935	-23 935	0	17 259	-17 259	0
Ku 6:1 ap.2 Allmänna val och demokrati	3 785	-3 785	0	3 800	-3 800	0	1 450	-1 450	0
S:a anslagsverksamhet	174 603	-174 603	0	145 565	-145 565	0	132 426	-132 426	0
S:a kunskapsuppbyggande verksamhet	666 131	-672 408	-6 277	594 693	-609 699	-15 006	549 203	-546 419	2 784

¹⁾ Här ingår FoT-beställning samt två av koncernuppdragen från Försvarmakten (utveckling FLSC och stöd till FM FoU process).

FOI:s kunskapsuppbyggnad finansieras i huvudsak av det som kan kallas extern kunskapsuppbyggande verksamhet. Här ingår de sammanhållna FoT-beställningarna från Försvarmakten som den största enskilda finansieringskällan. FoT-beställningarna uppgick 2019 till knappt 390 mnkr, vilket motsvarar 93 procent av den externa kunskapsuppbyggande verksamheten och 58 procent av kunskapsuppbyggnaden totalt. Jämfört med 2018 har FoT-beställningarna ökat med ca 65 mnkr, huvudsakligen relaterat till Försvarmaktens ökade anslagsmedel inom anslagspost 1:4 Forskning och teknikutveckling. FoT-beställningarna presenteras närmare i avsnitt 4.1.1.1.

Andelen kunskapsuppbyggande verksamhet finansierad med bidrag har sjunkit påtagligt de senaste åren. År 2017 uppgick andelen till 17 procent och 2019 till 11 procent. Att andelen har sjunkit är delvis en naturlig följd av rådande resursläge och myndighetens prioritering av kunskapsuppbyggande uppdrag från Försvarmakten. Se vidare avsnitt 4.1.1.2.

Från och med 2019 har FOI tilldelats medel för egeninitierad forskning som kan ge stöd till totalförsvarets förmågeutveckling i ett långsiktigt tidsperspektiv. År 2019 avsattes och användes 20 mnkr på anslaget 1:9 ap.1. Från och med 2020 utgör dessa medel en egen post (ap.5) inom anslaget. Se vidare avsnitt 4.3.6.

Anslaget 1:9 ap.2, Forskning inom CBRN-området är avsett för långsiktig kunskapsuppbyggande forskning avseende skydd mot och hot från kemiska, biologiska och radioaktiva ämnen samt kärnvapen. Dessa anslagsmedel finansierar närmare 20 procent av den kunskapsuppbyggande verksamheten. Utfallet uppgick 2019 till drygt 120 mnkr, vilket är 11 mnkr mer än året innan. Se vidare avsnitt 4.2.2, 4.3.6 samt bilaga 1.

För Utrikesdepartementets (UD) behov av CBRN-kompetens avseende nedrustnings- och ickespridningsfrågor sker kunskapsuppbyggnad inom anslaget 1:6 ap.4. Regleringsbrevet fastställer att högst 23 mnkr av tilldelade medel får användas för att finansiera vidmakthållande av grundkompetens och infrastruktur hänförlig till CBRN-verksamheten vid FOI. Se vidare avsnitt 4.2.2, 4.3.6 samt bilaga 2.

Kunskapsuppbyggande verksamhet inom anslaget 1.9 ap.3 Polisens verksamhetsområden syftar till kunskapsuppbyggnad inom Polismyndighetens och Säkerhetspolisens verksamhetsområden. Utfallet har legat kring 5 mnkr de senaste åren. Se vidare avsnitt 4.3.6.

Kunskapsuppbyggande verksamhet sker även inom anslaget 6:1 ap.2 Allmänna val och demokrati. Utfallet uppgick 2019 till knappt 4 mnkr. Se vidare avsnitt 4.3.6.

4.1.1.1 FoT-beställningarna

FoT-beställningarna utgör kunskapsutveckling, som möjliggör expertstöd till alla faser i Försvarmaktens och FMV:s verksamhet, från tidiga konceptstudier via materielanskaffning till stöd under insatser. Inriktningen² av forskningen inom FoT-beställningen utgår från Försvarmaktens långsiktiga förmågebehov.

Tabell: Faktureringsgrundande leveranser från projekten inom FoT-beställningarna, till Försvarmakten, i antal och i procent

	2019	2018	2017	2019	2018	2017
FOI Rapporter	77	57	86	44%	45%	57%
Konferensbidrag o. dyl.	2	1	4	1%	1%	3%
FOI Memo, ej lägesrapporter	51	29	23	29%	23%	15%
FOI Memo, lägesrapporter	18	16	11	11%	12%	7%
Muntliga presentationer, demonstrationer, workshops, seminarier	21	21	24	12%	16%	16%
Övrigt	5	4	3	3%	3%	2%
Totalt	174	128	151	100%	100%	100%

Anm.: Leveranser inom Program för Underrättelse- och säkerhetstjänst är ej inräknade ovan.

Det totala antalet leveranser inom ramen för FoT-beställningarna har ökat år 2019 jämfört med tidigare år. Förändringen utgörs i huvudsak av en ökning av FOI Memon. Ökningen i antal rapporter mellan 2018 och 2019, bedöms främst vara en följd av att beställningsvolymen ökat. Att antalet rapporter minskade 2018 förklaras av ambitionen inom FoT-beställningarna att FOI:s interna dokumentationsserie ska användas för att detaljerat dokumentera genomförd verksamhet, tekniska beskrivningar, beräkningar och resultat, medan rapporteringen till uppdragsgivaren ska sätta de slutliga resultaten i ett för uppdragsgivaren relevant sammanhang. För övriga leveranstyper är skillnaderna i antal mellan åren liten och främst en följd av en naturlig årsvis fluktuation, då projekt normalt bedrivs under tre år och såväl leveransintensiteten som typen av leveranser förändras successivt.

4.1.1.2 Bidragsfinansierad verksamhet

Den bidragsfinansierade verksamheten omfattar huvudsakligen verksamhet finansierad av svenska, utländska och överstatliga forskningsfinansiärer inklusive EU. Forskningsprojekten har erhållits i öppet utlysta program, genom ansökningar i konkurrens, ofta på internationell nivå, vilket skärper kraven på såväl kvalitet som relevans. Forskningen är inriktad mot områden av strategisk relevans för säkerhet och försvar, och verksamheten utförs ofta i samverkan med näringsliv, universitet och högskolor. Verksamheten har en viktig roll för den långsiktiga utvecklingen av FOI:s kompetens och fungerar ofta som en brygga mellan militär och civil forskning. Bidrag från forskningsfinansiärer söks inom områden som medverkar till att komplettera och stärka myndighetens kunskapsbas. Projekten sker i hög utsträckning i

² Försvarmakten prioriterar i första hand forskning inom s.k. integritetskritiska områden, i andra hand inom områden utpekade som väsentliga säkerhetsintressen och slutligen för att utveckla en nationell kunskapsbank för Försvarmaktens behov.

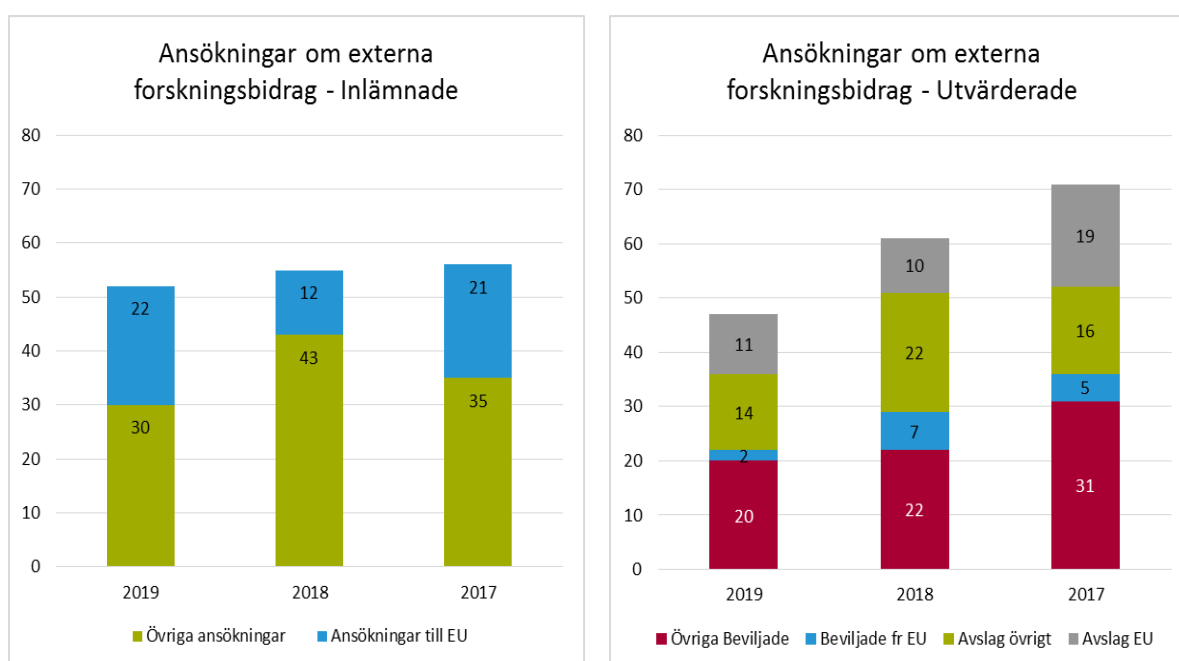
internationell samverkan och bidrar därför också till att skapa och upprätthålla internationella forskningsnätverk.

Volymen på kunskapsuppbyggande verksamhet finansierad med externa forskningsbidrag har fortsatt att minska under 2019, bl.a. har volymen forskningsprojekt finansierade av EU minskat väsentligt.

Under 2019 inlämnades totalt 52 ansökningar om forskningsmedel med FOI-deltagande. Av dessa avsåg 22 ansökningar, eller 42 procent, utlysningar från EU. Antalet ansökningar som utvärderades under året uppgick till 47 st. Av de ansökningar som utvärderades beviljades 22 st, varav 2 st. avsåg medel sökta från EU. Beviljandegraden för FOI:s ansökningar var därmed 47 procent 2019. Beviljandegraden för ansökningar om EU-medel uppgick 2019 till 15 procent.

Beviljandegraden för samtliga ansökningar med FOI-deltagande har legat runt 50 procent de tre senaste åren. Andelen av de EU-ansökningar där FOI medverkar som har beviljats har varierat mellan cirka 15 och 40 procent de senaste fem åren. Som jämförelse kan användas den ackumulerade beviljandegraden för det svenska deltagandet, från januari 2014 till november 2018, i Horisont 2020:s program för samhällsliga utmaningar. Denna anges till 17 procent enligt Vinnova³. Det bör dock noteras att Vinnovas statistik avser andel beviljade bidragsmedel och att FOI:s kvalitetsindikatorer avser andel beviljade projektansökningar.

Figur: Antal ansökningar om externa forskningsbidrag, inlämnade respektive utvärderade



4.1.2 Kunskapstillämpning

Kunskapstillämpning innebär omsättning och användande av tidigare uppbyggd kunskap, dvs. att FOI med sin kompetens, i ett kortare perspektiv, hjälper uppdragsgivarna att lösa olika typer av problem och frågeställningar. I kunskapstillämpande uppdrag integreras ofta kunskap från

³ Horisont 2020 – årsbok 2018. Svenskt deltagande i europeiska program för forskning och innovation. Vinnova, Maj 2019. ISBN:978-91-87537-83-7.
https://www.vinnova.se/contentassets/08d84d20de9b4cc08aa763dd7f9b213c/vinnova_rapport_2019-04-002.pdf

ett flertal olika forskningsområden för att svara på de aktuella frågeställningarna. Kunskapstillämpning omfattar såväl enskilda uppdrag som anslagsfinansierad verksamhet. Den faktiska kunskapsöverföringen sker dels genom skriftlig rapportering och seminarier, dels genom att FOI deltar i uppdragsgivarnas verksamhet, både direkt i uppdragsgivarnas processer och i s.k. integrerade projektteam (IPT) och utbildningar.

Tabell: Kunskapstillämpande verksamhet i tkr

	Intäkter 2019	Kostnader 2019	Resultat 2019	Intäkter 2018	Kostnader 2018	Resultat 2018	Intäkter 2017	Kostnader 2017	Resultat 2017
Extern kunskapstillämpande verksamhet	485 310	-477 977	7 332	493 931	-502 815	-8 884	492 285	-477 524	14 761
Fö 1:9 ap.1 Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys	65 806	-65 806	0	56 267	-56 267	0	49 902	-49 902	0
Fö 1:9 ap.4 Internationell verksamhet	13 915	-13 915	0	10 503	-10 503	0	12 676	-12 676	0
UD 1:6 ap.4 Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik, nedrustning och ickespridning, Alla program exkl. Grundkompetens och infrastruktur	17 888	-17 888	0	17 161	-17 161	0	17 323	-17 323	0
S:a anslagsverksamhet	97 609	-97 609	0	83 932	-83 932	0	79 901	-79 901	0
S:a kunskapstillämpande verksamhet	582 918	-575 586	7 332	577 863	-586 747	-8 884	572 186	-557 425	14 761

Kunskapstillämpande verksamhet omfattar nyttiggörandet av bl.a. den kunskap som byggs upp inom Försvarsmaktens samlingsbeställningar. Nyttiggörandet sker huvudsakligen i uppdrag från Försvarsmakten och FMV inom ramen för förbands- och förmågeutvecklingen. Avgiftsintäkterna har de senaste åren legat på knappt 500 mnkr, vilket 2019 motsvarar 83 procent av de totala intäkterna i kunskapstillämpande verksamhet. Den samlade volymen kunskapstillämpande uppdrag inom Försvarsområdet 2019 var ca 360 mnkr vilket är något lägre än 2018 (378 mnkr). Under 2019 hade FOI kunskapstillämpande uppdrag från Försvarsmakten motsvarande ca 260 mnkr, vilket är ca 65 mnkr mer än under 2018. Kunskapstillämpande uppdrag från FMV omfattade knappt 100 mnkr, vilket är ca 85 mnkr lägre än 2018. En stor del av ökningen av uppdrag från Försvarsmakten och minskningen från FMV beror på att uppdrag flyttats över till Försvarsmakten i samband med omfördelning av anslagsmedel för vidmakthållande av materiel.

Kunskapstillämpande uppdrag kan röra sig om kurser inom olika områden, stöd avseende värdering och kravställning i materielförsörjningen eller stöd till Försvarsmaktens insatser såväl inför som under och efter ett uppdrag. Ytterligare exempel på kunskapstillämpning är det vetenskapligt baserade metodstöd som levereras av operationsanalytiker (OA) hos Försvarsmakten. Därutöver driver FOI Flygvapnets Luftstridssimuleringscentrum (FLSC) som är en världsledande simuleringsanläggning för bemannad luftstrid och taktikutveckling. FOI bidrar även med expertkompetens till olika myndigheter avseende svensk krisberedskap och uppbyggnaden av det civila försvaret. Ytterligare exempel på kunskapstillämpande uppdrag, återfinns i kapitel 4.2 Forskningsområden.

Inom anslaget 1.9 ap.1 Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys har stöd lämnats till Försvarsdepartementet i form av verksamhetsnära studier samt analys- och expertstöd. Stödet avser säkerhetspolitisk och strategisk analys samt utveckling av försvar och

krishanteringsförmåga. Från och med 2019 omfattar anslagsposten också medel för att utveckla förmågan att stödja nationell samverkan och förmågeuppbyggnad avseende cybersäkerhet inom totalförsvaret. Utfallet uppgick till ca 66 mnkr. Se avsnitt 4.3.6. Återrapportering enligt bilaga 3. Inom anslaget 1.9 ap.1 sker även viss kunskapsuppbyggande verksamhet, vilken inte ingår i beloppen i tabellen ovan.

Inom anslaget 1.9 ap.1 har FOI för 2019 även erhållit 20 mnkr för myndighetens egeninitierade forskning. Denna verksamhet är kunskapsuppbyggande och redovisas under avsnitt 4.3.6.

Anslaget 1:9 ap.4 Internationell verksamhet har använts främst för att stödja Försvarsdepartementet och för att koordinera FOI:s internationella samarbeten. Utfallet uppgick 2019 till ca 14 mnkr. Se avsnitt 4.3.6.

Anslaget från UD1.6 ap.4 Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik, nedrustning och ickespridning får, enligt regleringsbrevet, också användas för kunskapstillämpande verksamhet. Kunskapstillämpning sker huvudsakligen genom direktstöd till UD i ickespridnings- och nedrustningsfrågor inom CBRN-området samt avseende rymd- och missilfrågor. Utfallet uppgick till ca 18 mnkr. Stöd har lämnats i form av skriftliga underlag som svar på direkta frågor, men också genom tekniskt expertstöd gällande nationellt exportkontrollarbete och multilaterala exportkontrollregimer. Se avsnitt 4.2.2, 4.2.3 och 4.3.6 samt bilaga 2.

4.1.3 Vetenskaplig kvalitet

Den vetenskapliga kvaliteten i FOI:s verksamhet säkerställs dels genom publicering i internationella tidskrifter och vid konferenser, dels genom internationella vetenskapliga utvärderingar. Även internationella forskningssamarbeten bidrar till att säkerställa en hög vetenskaplig kvalitet. En hög internationell publiceringsgrad är viktig, både för att säkerställa att forskningen håller god internationell klass och för att öppna vägen för nya forskningsuppdrag och internationella samarbeten.

FOI:s externa vetenskapliga publicering⁴ 2019 har uppgått till 168 artiklar och konferensbidrag jämfört med 147 för 2018 respektive 147 för 2017.

Under 2019 har FOI:s verksamhet inom CBRN-området utvärderats av en internationellt sammansatt expertgrupp. De ingående verksamheterna var biologiska ämnen, analytisk kemi, organisk kemi och *life science*, radioaktiva ämnen, tekniskt CBR-skydd, spridningsberäkningar, internationell CBRN-säkerhet samt kärnvapen. Utvärderingen beaktade kriterierna personal, vetenskapliga/tekniska metoder och infrastruktur, vetenskaplig produktion, samarbeten, resultat samt relevans för uppdragsgivarna.

Tre av de nio utvärderade verksamheterna befanns hålla internationell toppklass. Alla områdena bedömdes hålla mycket hög eller hög vetenskaplig kvalitet internationellt sett och den forskningsinfrastruktur grupperna har tillgång till bedömdes också hålla mycket hög klass. Sammantaget hade 90 procent betygen VG/Excellent och VG. Utvärderingsgruppen framhöll även en genomgående hög relevans ur uppdragsgivarnas perspektiv och hög kompetens hos personalen inom de olika områdena. Framtagande av en handlingsplan har påbörjats utifrån analysen av utvärderingsgruppens iakttagelser och rekommendationer.

⁴ Med extern vetenskaplig publicering avses vetenskapliga artiklar publicerade i tidskrifter med granskningsförfarande (peer review) och arbeten publicerade i s.k. proceedings från vetenskapliga konferenser där forskare från FOI deltagit och presenterat sin forskning.

4.2 Forskningsområden

Flera forskningsområden är integritetskritiska, dvs. den kunskap som utvecklas är endast tillgänglig genom egen forskning och är nödvändig för oberoende beslutsfattande. Dessa områden rymmer också verksamhet som omfattas av sekretess. I följande stycken beskrivs kortfattat, per forskningsområde, inriktning och innehåll samt de behov hos uppdragsgivarna som verksamheten stödjer. Exempel på årets kunskapstillämpning samt verksamhetens relevans ges för varje område.

FOI:s forskningsområdesindelning har ändrats fr.o.m. 2019 för att tydligare spegla FOI:s olika ämneskompetenser och huvuduppdragsgivarnas långsiktiga kunskapsbehov. De huvudsakliga förändringarna gentemot tidigare indelning är att områdena *Beslutsstödssystem och informationsfusion* samt *Informationssäkerhet och kommunikation* numera delas in i de två områdena *Ledningsteknologi* respektive *Informationssäkerhet*. *Flygsystem och rymdfrågor* utgör tillsammans ett forskningsområde och det tidigare forskningsområdet *Metod- och utredningsstöd* har delats i två områden, *Operationsanalys och strategisk planering* samt *Försvarsekonomi*.

Tabell: Forskningsområden i tkr

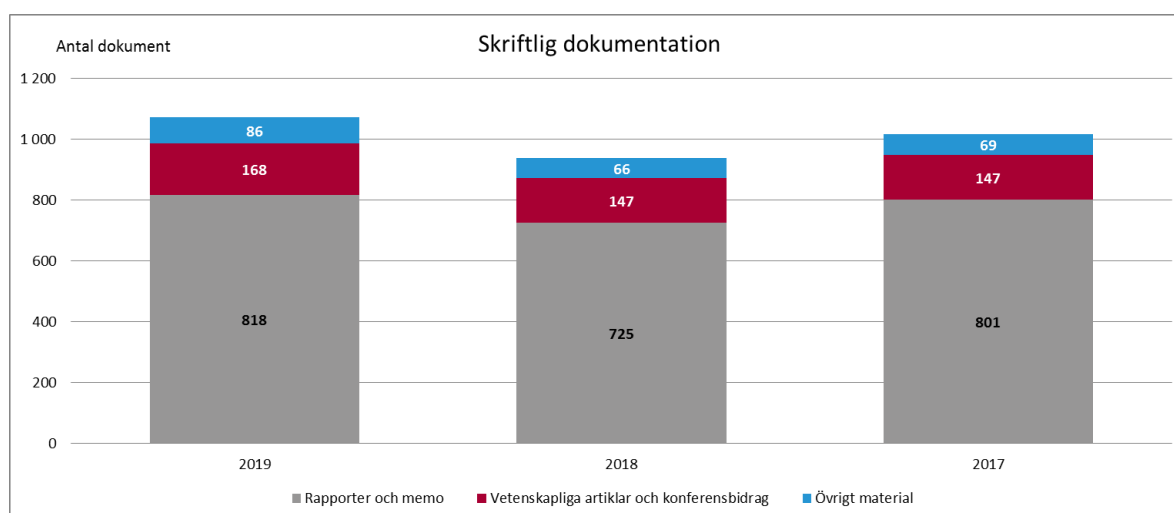
	2019	
	Intäkter	Kostnader
Ledningsteknologi	70 517	-70 068
CBRN-frågor	217 372	-217 672
Flygsystem och rymdfrågor	92 573	-92 453
Informationssäkerhet	56 061	-56 363
Krisberedskap och civilt försvar	31 592	-35 388
Operationsanalys och strategisk planering	104 277	-104 141
Sensorer och signatursanpassning	127 974	-128 747
Säkerhetspolitik	40 890	-41 057
Telekrig	146 389	-148 582
Undervattensforskning	98 089	-99 846
Vapen, Skydd och säkerhet	196 278	-196 789
Försvarsekonomi	13 179	-13 048
Övrigt ¹⁾	53 860	-43 841
Totalt	1 249 049	-1 247 994

Den nya indelningen i forskningsområden gäller fr.o.m. 2019. Jämförande siffror för tidigare år i den nya indelningen är inte tillgängliga.

¹⁾ Området Övrigt innefattar projekt som inte direkt kan härledas till något av forskningsområdena, såsom främst interna projekt - exempelvis lednings- och stödverksamhet.

Det är uppdragsgivarna som värderar nyttan och effekten av FOI:s leveranser. Forskningen är till sin natur sådan att det finns en fördröjning mellan att resultat produceras till dess att nyttan kan värderas. Under 2019 producerade FOI 818 rapporter och memon till uppdragsgivare. Av dessa utgör knappt 60 procent memon, som är en form av kortare rapportering till uppdragsgivaren. Minskningen av andelen memon är i linje med att kunskapsuppbyggande verksamhet har ökat under de senaste åren.

Figur: Antal skriftlig dokumentation



4.2.1 Ledningsteknologi

Verksamheten inom området Ledningsteknologi bidrar till utvecklingen av kunskap om tekniker, verktyg, metoder och deras användning som stöd för ledning inom totalförsvaret. Området innefattar tre delområden: Människa Teknik Organisation (MTO), Robust telekommunikation samt Intelligent informationssystem för försvar och säkerhet.

Inom delområdet MTO är de huvudsakliga frågeställningarna (1) hur komplexa system ska utvecklas, förvaltas och avvecklas, (2) hur ledningsfunktioner och -system kan utformas så att dessa motsvarar verksamhetens behov av ledning, samt (3) hur gränssnitt mellan människor och teknik ska utformas så att människors förmågor och tekniska möjligheter nyttjas så långt som möjligt. Den snabba utvecklingen inom cyber, AI och automation ökar ytterligare behovet av MTO-kunskap.

Inom delområdet Robust telekommunikation ligger forskningens fokus på radiokommunikation och de särskilda krav som tillkommer i militära tillämpningar jämfört med civila, exempelvis avseende krav på störtlighet och avbrottsfrihet. Minskat frekvensutrymme under en rad år och krav på redundans och robusthet i kombination med ökat informationsbehov skapar nya förutsättningar och forskningsfrågor. Inom området pågår långsiktig forskning om mobila radionät, metoder för förbättrad systemintegration på plattformar för reduktion av samlokalisering- och störningsproblem, samt forskning avseende teknik för robusta positionerings-, navigerings- och tidstjänster (PNT).

Inom delområdet Intelligent informationssystem för försvar och säkerhet bedrivs forskning avseende verktyg, algoritmer och metodik som kan nyttjas för analys av stora datamängder samt för sammanställning och presentation av den relevanta informationen. Forskningen syftar till att skapa bättre förutsättningar för Försvarsmakten och övriga uppdragsgivare att dra nytta av de stora mängder information som ofta finns tillgängliga. Aktuella forskningsfrågor innefattar hur modern informationsteknik i kombination med avancerade metoder och algoritmer kan nyttjas för underrättelseinhämtning, samt hur AI-metodik kan nyttjas i försvarsorienterade system och vilka egenskaper hos AI som behöver beaktas särskilt vid nyttjande i försvarsorienterade system.

Kunskapstillämpning inom delområdet MTO har bl.a. omfattat uppdrag från Försvarsmakten avseende expertstöd, metodik, scenarion och en teknisk miljö för värdering av ledningsstödsystem, i så väl experimentell som fältmässig miljö. Vidare har FOI bidragit till

utveckling av ett koncept för ledning av militära operationer med sikte på 2045 inom ramen för Försvarsmaktens Huvudstudie Ledning. På uppdrag av Försvarsmakten har ett test för urval av värnpliktiga cybersoldater tagits fram. Urvalstestet kommer att nyttjas vid mönstringen. På uppdrag av MSB har frågan om principer och strukturer som nyttjas för militära ledningssystem skulle kunna vara tillämpliga för kommunal räddningstjänst studerats. Detta för att bidra till en grundstruktur som kan nyttjas av samtliga kommunala räddningstjänster för att erhålla en enhetlig ledning. På uppdrag av MSB stödjer FOI också utveckling av den svenska krisberedskapsförmågan genom att utveckla krisberedskapssystemets förmåga att lära från tvärssektoriella övningar.

Aktuell kunskapstillämpning inom delområdet Robust telekommunikation sker främst i form av expertstöd. Ett exempel på expertstöd under 2019 är inom ubåtskommunikation, där stöd har lämnats till FMV avseende befintliga plattformar. Bedömning av störtålighet hos GPS-system på olika typer av militära plattformar har genomförts i form av störningsövningar och laborietester. FOI stödjer med kunskap om hur Försvarsmaktens nya taktiska radiosystem, som började införas under 2019, fungerar, för att på bästa sätt kunna planera, konfigurera och använda systemet. Detta har skett exempelvis genom tester och utvärderingar av taktiska radiosystem. FOI har också bidragit i nationella och internationella frekvensdiskussioner avseende framtida militärt frekvensbandsutnyttjande. FOI deltar i internationellt samarbete inom Nato kring utveckling av vågformer som är aktuella för Försvarsmakten framförallt när det gäller koalitions samband.

Aktuell kunskapstillämpning inom delområdet Intelligent informationssystem för försvar och säkerhet omfattar bl.a. en studie som har genomförts på uppdrag av Försvarsmakten i syfte att utreda om och hur en datadriven ansats kan bidra till att lösa underrättelseuppgifter bättre och mer effektivt. Inom delområdet pågår även arbete med spelteoretiska experiment. Dessa spel har ett dubbelt syfte, dels att experimentellt studera strategiskt tänkande hos populationer inom försvar och säkerhet, dels att ge en djupare förståelse för det egna strategiska tänkandet. En AI-relaterad studie har genomförts på uppdrag av MSB med syftet att utreda hur användandet av AI för olika tillämpningar – såväl i vanliga system, i säkerhetslösningar som av illasinnade aktörer – kan tänkas påverka förutsättningarna för arbetet med informations- och cybersäkerhet. Vidare har våldsbejakande extremism och olika former av hatbudskap i digitala miljöer analyserats.

4.2.2 CBRN-frågor

Området omfattar forskning kring hot från och skydd mot kemiska, biologiska och radioaktiva ämnen samt kärnvapen. Forskningen ska säkerställa en långsiktig kunskapsuppbyggnad inom CBRN-området och är en förutsättning för att kunna bibehålla och utveckla en strategisk kompetens för att:

- bidra till Försvarsmaktens långsiktiga förmågeutveckling,
- utgöra ett stöd för totalförsvaret inklusive stärkandet av samhällets krisberedskap inom CBRN-området,
- utveckla tekniskt stöd och vetenskapliga metoder för att verifiera efterlevnaden av olika nedrustnings-, ickespridnings- och provstoppsavtal.

FOI:s expertis inom området är en del av Sveriges förmåga att bidra självständigt och konstruktivt till det internationella samfundets nedrustnings- och ickespridningssträvanden.

Inom CBRN-området bedrivs forskning kring ett antal olika frågeställningar. En inriktning rör hot- och riskbedömningar kring aktörer och hotämnen samt forskning som syftar till att

reducera hälsorisker vid insatser och övningar. Kunskapsutvecklingen avseende potentiella BC-hotämnena är fokuserad på nya hot såsom exempelvis inkapaciterande ämnen och nya tänkbara produktionsmetoder. Ett nytt och växande teknikområde som FOI studerar är syntetisk biologi, vilket både kan skapa förutsättningar för nya hot och nya förutsättningar för gamla hot. Forskningen om kärnvapen behandlar frågor kring nedrustning och ickespridning, men det försämrade omvärldsläget har också medfört ett förnyat fokus på verkan och skydd mot kärnvapen. Vidare bedrivs forskning för att tillhandahålla expertkunskap till UD:s arbete med nedrustning och ickespridning rörande såväl biologiska som kemiska vapen. Forskningen omfattar även indikering inom B- och C-områdena liksom R-detektion och dosimetri. Forskningen omfattar också utveckling av beräkningsmodeller för att bättre kunna prediktera och analysera spridning av CBR-ämnena i luft såväl som mark och vatten, liksom strategisk metodutveckling kring provtagning, upparbetning och analys av CBR-ämnena. FOI arbetar också med att utveckla laboratoriekapaciteten för verifikation av misstänkt användning av kemiska vapen, en fråga som varit aktuell på senare år. En annan forskningsinriktning är utveckling av analytisk förmåga att upptäcka och verifiera statliga och ickestatliga aktörers brott mot B-vapenkonventionen (BTWC⁵). Vidare studeras toxikologiska effekter samt vilka spår, i form av exponerings- eller effektmarkörer, en kemisk exponering lämnar efter sig. Verksamheten sker stegvis där nya ämneskategorier ligger i fokus, och valet av dessa görs tillsammans med den hotrelaterade verksamheten. Andra forskningsfrågor rör fysiskt skydd inom B- och C-områdena liksom kunskapsutveckling för att höja saneringsförmågan för både civila och militära ändamål.

Kunskapstillämpning sker på olika vis, dels genom direkta uppdrag till FOI, dels genom gemensamma utvecklingsprojekt (via anslag 2:4 Krisberedskap), studier eller transferuppdrag från Försvarmakten. Leveranserna till uppdragsgivarna innefattar bl.a. hotbedömningsunderlag, strålskyddsberedskap, tekniskt expertstöd rörande nedrustnings- och ickespridningsfrågor, olika utbildningar, test av personligt och kollektivt fysiskt skydd, framtagande av scenarier och typfall samt analyser av prover med misstänkt farligt innehåll.

Under 2019 har FOI varit aktivt inom flera utvecklingsprojekt finansierade via MSB:s anslag 2:4 Krisberedskap, med syfte att utveckla och tillämpa kunskap tillsammans med andra civila aktörer inom krisberedskapen, såsom Folkhälsomyndigheten, Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA), MSB, Försvarmakten, SMHI, Polismyndigheten och Säkerhetspolisen.

Under 2019 har även fem transferprojekt genomförts för Försvarmaktens räkning. Projekten omfattade framtagande av typfall för kemiska och biologiska vapen, seismologisk förmåga för att kunna lokalisera och bedöma sprängstyrka efter en explosion, samt stöd avseende Försvarmaktens personliga skyddsutrustning.

Inom UD-anslaget 1:6 Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik, nedrustning och icke-spridning, stödjer FOI med sin tekniska sakkunskap UD i dess arbete med att driva Sveriges hållning inom nedrustnings- och ickespridningsfrågor rörande kemiska och biologiska vapen samt kärnvapen. Stödet omfattar också rymd- och missilfrågor (se avsnitt 4.2.3). Stödet efterfrågas i arbetet med BTWC, Kemvapenkonventionen (CWC⁶), Australiengruppen och Nuclear Suppliers' Group (NSG). FOI representerar Sverige som tekniska experter i olika arbetsgrupper internationellt samt deltar i relevanta vetenskapliga konferenser. Under 2019 kan särskilt nämnas aktivt stöd för genomförandet av en Science and Technology-konferens inom ramen för provstoppsavtalet för kärnvapen CTBT⁷, expertstöd till

⁵ BTWC, Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction.

⁶ CWC, Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction.

⁷ CTBT, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty.

det svenska ordförandeskapet i IAEA:s styrelse, bemanning av ordförandeposten i den tekniska arbetsgruppen under NSG, samt förberedelser inför nästa års Cap Stone-övning inom ramen för BTWC.

Ett exempel på långsiktig kunskapstillämpning är att FOI, sedan många år, på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) utgör en del av den nationella strålskyddsberedskapen. FOI driver för SSM:s räkning ett antal mätstationer och deltar även i beredskapsövningar som syftar till att vidmakthålla och utveckla mätförmågan i händelse av en kärnteknisk olycka. Ett annat exempel är ett årligt, men återkommande, uppdrag för Försvarsmakten avseende stöd för medicinsk underrättelseverksamhet.

4.2.3 Flygsystem och rymdfrågor

Verksamheten inom området Flygsystem och rymdfrågor bidrar till att säkerställa statens kompetens för långsiktig inriktning och kravställning av militära flyg- och rymdsystem. FOI tillhandahåller också expertstöd till Försvarsmakten och Regeringskansliet (UD) vad gäller utrikes- och försvarsrelaterade flyg- och rymdfrågor.

Flygsystemområdet omfattar, utöver traditionell flygteknik, också kunskapsuppbyggnad inom systemvärdering och metodutveckling för operativ värdering av luftstridskrafter. Huvuddelen av tillämpningarna är militära och berör främst stridsflygsystemet även om delar av den tekniska verksamheten är generisk och i enstaka projekt används för civila tillämpningar. Forskningen inom flygsystemområdet utvecklar kunskap på olika nivåer. På teknisk nivå står förmågan att kunna analysera flygande farkosters egenskaper som exempelvis hastighet, manöverprestanda och signaturer kopplade till radar och infraröda sensorer i centrum. Under 2019 har värderingsmetoder för dessa ändamål vidareutvecklats. Metoderna som utvecklas utgör en viktig komponent i förmågan att värdera hotsystem. På systemnivån har ett ramverk som beskriver hur luftoperativ värdering bör genomföras utvecklats. Olika koncept av system där en mix av bemannade och obemannade flygsystem samverkar för att ge stridsflygsystemet ökad förmåga (med lägre risk) är ett aktuellt forskningsområde. Teknologiutvecklingen inom styrautomater, navigering och kommunikation ger nya möjligheter till både miniatyrisering och kostnadsreduktion och i de program som bedrivs i omvärlden fokuserar många på låg kostnad och olika nivåer av återanvändningsbarhet för obemannade flygsystem.

På uppdrag av Försvarsmakten bedriver FOI också verksamhet avseende Luftstridssimulering vid FLSC. FLSC är en simulatoranläggning för bemannad realtidssimulerad luftstrid. I FLSC bedrivs främst utbildnings-, tränings- och övningsverksamhet riktad mot piloter och flygstridsledare samt lednings- och stabspersonal. Forskningen som bedrivs på FLSC är fokuserad på att utveckla och anpassa pedagogiska ansatser och metoder för att systematiskt planera, genomföra, följa upp och utvärdera träning och träningseffekten. Syftet är att öka effekten av flygträning. Studier av LVC⁸-koncept bedrivs inom ramen för denna forskning. En miljö för att fortsatt bedriva forskning runt bl.a. visualisering samt samverkan mellan bemannade och obemannade flygsystem (*MUM-T Manned Unmanned Teaming*) har under året satts upp av FLSC, benämnt *Open FLSC*. Denna miljö har fördelarna att det ligger i en öppen miljö och använder öppna data och modeller. Därmed blir det tillgängligt för flera forskargrupper. Direkt interaktion människa, maskin och nya visualiseringsteknologier är exempel på frågeställningar som kommer att studeras i anläggningen. FLSC har tillsammans med FOI:s kompetenser inom beslutsstöd och AI genomfört en studie syftande till att undersöka möjligheter och utmaningar med maskininlärning och dess tillämpningar kopplat till FLSC:s

⁸ LVC, Live Virtual Constructive är ett begrepp som brett beskriver i vilken miljö och hur delaktig människan är i olika typer av simuleringar.

verksamhet. Utvecklingsarbete vid FLSC i övrigt är fokuserat dels på omvärldsmodellering inkluderande luftvärns-, vapen-, sensor- och radarvarnarsystem, dels anpassning mot den utvecklade funktionaliteten i flygvapnets operativa miljö avseende ledningssystemet samt införandet av ny förmåga att simulera Gripen E-systemet.

FOI:s verksamhet inom rymdområdet kombinerar en bred system- och domänkännedom med teknisk spetskompetens. Forskningen omfattar verksamhet från experiment och simuleringar till studier som syftar till att öka förståelsen för militära implikationer av den snabba teknikutvecklingen och det ökande nyttjandet av rymdsystem. Sammantaget har FOI en unik position när det gäller att analysera rymdfrågor, då det finns en förmåga att kombinera teknisk, militär och säkerhetspolitisk kompetens.

Inom Flygsystemområdet har FOI under 2019 lämnat expertstöd genom att leverera olika typer av hotbeskrivningar till Försvarmaktens studier inom stridsflygområdet. Arbetet har skett i samverkan med FMV. Underlagen kommer att användas i olika typer av spel och dessutom utgöra underlag till modeller som körs i olika simuleringsmiljöer. Metoderna som utvecklas utgör en viktig komponent i förmågan att värdera hotsystem. FOI har också slutfört en studie som belyser olika metoder som används för att prognosticera ljudbangar som uppstår vid överljudsflygning. Vidare har projekt genomförts på uppdrag av FMV där expertstöd lämnats till projektet Gripen E och till FMV. FOI har också deltagit med flygkompetens i verksamhet finansierad av Transportstyrelsen för kartläggning av miljö och klimateffekter från flyg. Vidare har expertstöd lämnats till MSB för att stödja med uppdatering och utveckling av handledningar för hur drönare i räddningstjänst ska användas.

Inom den kunskapstillämpande verksamheten har FLSC under året genomfört 21 utbildningsveckor för Försvarmakten med tonvikt på nationellt försvar. Två av veckorna avsåg GTU (Grundläggande Taktisk Utbildning) i samverkan med elever från finska flygvapnet. Under året har även en vecka riktad mot exportstöd/utländsk kund genomförts. Totalförsvarsplaneringsåtgärder har påbörjats genom deltagande i TATE-möten (taktisk – teknisk samverkansgrupp) där Försvarmakten varit sammankallande.

FOI:s omvärldsanalys på rymdområdet nyttjas bl.a. för att inrikta Försvarmaktens långsiktiga rymdverksamhet, men tillgodoser även andra myndigheters behov av stöd i försvars- och säkerhetsrelaterade rymdfrågor. Under 2019 har verksamheten bidragit till Försvarmaktens Perspektivstudie med kartläggning av tekniktrender. Därutöver har fördjupade analyser gjorts av ett antal tongivande rymdaktörer, så som Kina, Indien och Nordkorea.

Vidare har under 2019 en första version av en demonstrator för rymdlägesbild färdigställts och levererats till Försvarmakten. Syftet med demonstratorn är att bidra till en ökad förståelse för en rymdlägesbild med fokus på överflygningsanalyser av satelliter. Utvecklingen kommer att fortgå under 2020. På uppdrag av FMV har FOI kravställt och designat ett experiment för rymdlägesbild på Försvarmaktens första satellit, NAPA, som sköts upp under året.

Expertstödet inom rymd som lämnas till UD har nyttjats dels under förhandlingar i FN:s rymdkommitté om nya riktlinjer för ett långsiktigt hållbart nyttjande av rymden, dels inom EU/EEAS med syfte att föreslå nya regelverk och uppförandekoder på rymdområdet. FOI har bidragit vid framtagandet av Försvarmaktens inriktning för rymdverksamhet som beskriver militärstrategiska överväganden, målsättningar och rekommenderade handlingsvägar vad gäller rymdbaserade tjänster vid Försvarmakten.

4.2.4 Informationssäkerhet

Verksamheten inom området Informationssäkerhet syftar till att säkerställa att krav på

informationssekretess, riktighet och tillgänglighet uppnås, även vid antagonistiska hot. Eftersom information som regel hanteras av IT-system är egenskaper hos dessa system centrala, men även människorna som använder IT-systemen behöver tillgodose kraven och ha förmåga att hantera dessa system säkert. Såväl Försvarmakten som civila aktörer inom totalförsvaret har behov av forskning och stöd inom informationssäkerhetsområdet. De två största uppdragsgivarna inom detta område är därför Försvarmakten och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Forskare inom informationssäkerhet försöker i huvudsak svara på två grundfrågor: vilka lösningar som är tillräckligt säkra och vilka händelser som är godartade. Svaren på dessa frågor implementeras ibland i tekniska lösningar som behörighetssystem och antivirusmjukvara. I takt med att nya IT-lösningar tas fram, människors informationshantering förändras och nya angreppstyper upptäcks behöver frågorna ställas igen, exempelvis för nya mjukvarulösningar och nya nätverksprotokoll. Därför ägnas en stor del av FOI:s kunskapsuppbyggande verksamhet åt att analysera hur ny teknik och omvärldsförändringar påverkar hot och möjligheter kopplade till informationssäkerhet. Under 2019 har FOI bl.a. studerat: konceptet datacentrerad säkerhet, problematik kopplat till leveranskedjor, automation av cybersäkerhetsarbete, under vilka förutsättningar nätfiskeangrepp lyckas, hur sofistikerade publikt kända cyberoperationer är, utvecklingen av internetregleringar i Ryssland samt vilka samhällsrisker som följer av den ökade digitaliseringen. Även mer avgränsad forskning som utgår från uppdragsgivares särskilda situation har genomförts. Några exempel är analys av vilka verksamhetsbeskrivningar Försvarmakten bör göra för att kunna bedöma informationssäkerhetsrisker, en utvärdering av Försvarmaktens incidentrapporteringsmall och utprovning av verktyg för att automatisera inspel under incidenthanteringsövningar.

Kunskapstillämpningen sker i stor utsträckning i form av expertstöd. FOI har bl.a. utvecklat ett test för att välja ut värnpliktiga som lämpar sig för att bli cybersoldater och bistått Nationellt forensiskt centrum (NFC) med sakkunniga. Kurs- och övningsverksamhet är också ett verktyg som används för att överföra forskningsresultat till aktörer i totalförsvaret. Under året har FOI hjälpt Försvarmakten att arrangera incidenthanteringsövningen SAFE Cyber och gett flertalet kurser, bl.a. riktade till ansvariga för industriella informations- och styrsystem i kritisk infrastruktur och Försvarmaktens drifttekniker. På uppdrag av MSB har FOI även bistått två forskningsprojekt utförda av universitet med tester av säkerhetslösningar för industriella informations- och styrsystem. Anläggningen CRATE⁹ ger sådana testmöjligheter och gör det möjligt att erbjuda praktiska, handfasta och realistiska moment i kurser och övningar. Mer information om utvecklingen och förvaltningen av CRATE beskrivs i avsnitt 4.4.6 Redovisning av myndighetens anslagsposter.

4.2.5 Krisberedskap och civilt försvar

Verksamheten inom forskningsområdet Krisberedskap och civilt försvar syftar till att ta fram relevant kunskap och stödja aktörer inom området. Forskningsområdet är uppdelat i två delområden: Samhällets säkerhet samt Underrättelsemetodik och subversionsstudier.

Inom delområdet Samhällets säkerhet genomför FOI dels studier åt Justitiedepartementet, dels åt myndigheter i beredskapssystemet. FOI samverkar med olika aktörer i beredskapssystemet, som myndigheter, organisationer och företag. FOI arbetar dessutom på olika nivåer: från den kommunala, via den regionala och nationella, till den europeiska och internationella nivån. FOI ger uppdragsgivarna stöd i styrningen och utvecklingen av krisberedskapssystemet och det

⁹ CRATE, Cyber Range And Training Environment. FOI:s huvudsakliga labbresurs inom cybersäkerhetsområdet.

civila försvaret samt inom övningar där olika aktörer deltar. Verksamheten har ett starkt civilt fokus, men samordning med Försvarmakten sker inom ramen för totalförsvarsplaneringen.

Inom delområdet Underrättelsemetodik och subversionsstudier genomförs samhällsvetenskaplig forskning och analys av aktörsdrivna hot som kan drabba Sverige i fred, samt förvarning inför och hantering av s.k. gråzonsproblematik. De hotbilder och fenomen som studeras är i första hand informationspåverkan, terrorism och våldsbejakande extremism, samt antagonistisk användning av ny teknik såsom cyber och AI. Med gråzon avses ett flertal möjliga scenarier där Sverige i fredstid utsätts för otillbörlig påverkan eller angrepp på en magnitud som krisberedskaps- och det rättsvårdande systemet inte är dimensionerade för att hantera.

För att kunna hantera svåra påfrestningar och säkerställa samhällets funktion och överlevnad är det centralt med en ändamålsenlig krisberedskapsförmåga. De huvudsakliga forskningsfrågorna relaterat till detta handlar om hur krisberedskapsförmågan kan utvecklas, vidmakthållas och värderas. Krisberedskapssystemet är också grunden till den återupptagna uppbyggnaden av det civila försvaret. En central fråga är hur det civila försvaret ska kunna utvecklas och samverka med det militära försvaret samt hur det civila försvaret kan integreras i de befintliga systemen för krisberedskap. Andra utmaningar innefattar gråzonen mellan fredstid och krig med otydligheter i regelverk, beslutsmandat och lägesbilder.

Den största delen av kunskapstillämpningen avser framtagande av strategiska beslutsunderlag för Regeringskansliet (Justitiedepartementet). FOI bidrar med kvalificerat analysstöd och studier i syfte att utveckla samhällets krisberedskap och det civila försvaret. Under 2019 har FOI genomfört fyra studier som berör det geografiska områdesansvaret, myndigheters rapportering av IT-incidenter, en utvärdering av det nationella systemet för risk- och sårbarhetsanalyser samt hur den pågående digitaliseringen medför nya risker för samhället.

FOI har under året bistått MSB med metodstöd avseende vidareutveckling av det civila försvaret och civila aktörers förmåga att stödja Försvarmakten. FOI har lämnat stöd till MSB med planering och genomförande av övningar inom ramen för TFÖ 2020 och har genomfört studier med fokus på civilt försvar och försörjningsberedskap. FOI har också utfört uppdrag inom krisberedskap och civilt försvar åt länsstyrelserna, Energimyndigheten, Trafikverket, Svenska kraftnät, Sjöfartsverket och Migrationsverket.

4.2.6 Operationsanalys och strategisk planering

Forskningsområdet Operationsanalys och strategisk planering omfattar forskning, metodstöd, beslutstöd och expertstöd genom studier, analyser och/eller direktstöd inom militär operationsanalys och strategisk planering. Verksamheten syftar till att vara kunskapsuppbyggande och stödjande för i huvudsak Försvarmakten och Förvarsdepartementet genom militär operationsanalys samt försvarspolitisk forskning. Analysstödet till Försvarmakten har ett stort inslag av direktstöd genom FOI:s OA som är integrerade i samtliga av Försvarmaktens högre ledningar inklusive de nyetablerade försvarsgrensstaberna.

Inom forskningsområdet har avdömningsunderlag, spelstöd samt kunskaper inom området värdering utvecklats. FOI har också genomfört en förstudie om framtida forskning avseende operationsanalytiska metoder. Under året har även en nationell spelkonferens genomförts. Inom delområdet försvarspolitik har FOI arbetat med frågeställningar och problem inom totalförsvaret, avskräckning och hotbild, kärnvapen, erfarenheter av styrketillväxt samt försvarsunderrättelser. Under 2019 har även strategisk förvarning om väpnat angrepp studerats. En studie om rysk s.k. avreglingsförmåga (eng. *anti-access/area denial*, A2/AD) har publicerats och föredragits brett och en internationell forskningskonferens på temat har genomförts. FOI har även medverkat i

ett forskningsprojekt om lärdomar från styrketillväxt inom mindre stater.

FOI:s operationsanalytiska grupper har under året i huvudsak lämnat stöd till försvarsmaktsplaneringen, perspektivplaneringen och försvarsplaneringen. Efterfrågan på direktstödjande OA har ökat under året och förväntas öka ytterligare under de närmaste åren. FOI:s operationsanalytiker stödjer också Försvarsmaktens studier. Stöd har lämnats till samtliga pågående arena- och huvudstudier, så som exempelvis operativ-, mark- och luft, samt till funktionsstudier inom exempelvis ledning och logistik. Omfattningen av stöd till Försvarsmaktens studieverksamhet har ökat något sedan föregående år.

FOI har också löpande lämnat stöd till Försvarsdepartementet med underlag inför kommande försvarsbeslut, kriterier för prioritering av totalförsvaret, samt en forskningsöversikt rörande civilt försvar. Vid försvarsdepartementet har även direktstöd tillhandahållits inom exempelvis områdena försvarsekonomi och materielförsörjning samt analys- och metodstöd till departementets centrala processer.

4.2.7 Sensorer och signaturanpassning

Området omfattar sensorer för övervakning och spaning samt signaturanpassning. Sensorforskningen syftar till att värdera, demonstrera och utveckla ny eller ökad sensorförmåga till stöd för försvar och säkerhet. Primärt studeras sensorsystem inom radar- och optikområdet med avancerad bild- och signalbehandling samt sensornära datafusion. Inom signaturområdet är verksamheten inriktad mot signaturmodellering och att följa utvecklingen av material och olika tekniker som ger möjlighet till anpassning till olika bakgrunder. Forskning bedrivs inom fyra delområden: optroniska sensorsystem, radarsystem, samverkande sensorer samt signaturanpassning. Verksamheten är av huvudsakligt intresse för militärt försvar. Centrala tillämpningar för det civila försvarets behov är övervakning och skydd av kritisk infrastruktur. Forskningen har experimentell inriktning och bedrivs i ett internationellt samarbete, vilket bidrar starkt till forskningens bredd.

Inom delområdet Optroniska sensorsystem är forskningsfokus nya passiva elektrooptiska sensortekniker och aktiva lasersensorer samt sensornära signalbehandling. Exempel på nya sensorkoncept som studeras är multi- och hyperspektrala, polarimetriska sensorer, digitala lågljus- och IR-sensorer samt laserbaserade fotonräknande sensorer. Alla sensortyperna har potential att ge bättre förmåga att verka i mörker och under sämre siktförhållanden. Dessutom ger sensorernas höga upplösning möjlighet till säker målklassificering. Nya sensortyper genererar stora datamängder, varför nya autonoma sensorfunktioner studeras för att utnyttja sensortypernas potential och avlasta sensoroperatörens arbete.

Delområdet Radarsystem är inriktat mot studier av nya sensortekniker, sensorfunktioner och sensornära signalbehandling. Den stora trenden inom radar är utvecklingen av gruppantennbaserade radarsystem, AESA (eng. *Active Electronically Scanned Array*). Forskningen innefattar såväl kritiska komponenter som mjukvarumöjligheter att klassificera och målfölja hotobjekt. Sensortypen lovar hög adaptiv förmåga, hög uppdateringstakt och låg störkänslighet. En AESA ger helt nya möjligheter till bi- och multistatiskt mätförfarande eller passiv inmätning. Kunskap om teknikerna byggs upp eftersom de ger möjlighet till mer dolt uppträdande vid användning av radar. Radarsensorers allvädersprestanda gör radar intressant för övervakningsuppgifter. Ett aktuellt problem är detektion av små mål som UAV¹⁰. För SAR (syntetisk aperturradar) är forskningen inriktad mot kunskapsuppbyggnad rörande passiv radar vid låga frekvenser för avbildning av fasta och rörliga mål från en flygburen plattform.

¹⁰ UAV, Unmanned Aerial Vehicle. På svenska obemannad luftfarkost

Forskningen inom passiv radar motiveras av att det är ett sätt att undvika utsändning av egna röjande signaler.

Inom delområdet Samverkande sensorer genomförs forskning på systemnivå där sensorsamverkan ger ökad förmåga i övervakningsuppgifter och robusthet i måldetektion. Forskningsverksamhet bedrivs såväl inom specifika sensortekniker som inom signalbehandlingsalgoritmer i kombination med metoder för sensorfusion. Till exempel studeras och utvärderas nätverksbaserade multisensor-system för att upptäcka, klassificera och följa hot i komplexa övervakningssituationer. Forskningen försöker fånga upp den snabba civila utvecklingen inom sensornära bild- och signalbehandling. Den dominerande signalbehandlingstrenden kallas maskininlärning, vilken just nu testas och utvärderas. Spaningens effektivitet och kvalitet kan också ökas genom autonom styrning av sensorer och plattformar. FOI utvecklar metodik för att värdera multisensorsystem. Metodiken testas i en simuleringsmiljö för scenarier som tillhandahålls av Försvarmakten. Under året har effekten av ökad intelligens i sensorerna studerats.

Forskningen inom Signaturanpassning är inriktad dels mot bevakning av forskning rörande material och tekniker som kan utnyttjas för signaturanpassning, dels mot signaturmodellering för att täcka ett växande modell-försörjningsbehov inom simuleringsverksamhet samt för algoritmutveckling (skapa träningsdata) i sensorutvecklingen. För att skapa tillförlitliga signaturunderlag är validering av signaturmodeller viktigt. Validering sker genom försök i laboratorium och i fält. Sensorerna blir alltmer sofistikerade varför signaturanpassningen inriktas mot adaptiva lösningar med material som har styrbara egenskaper.

Aktuell kunskapstillämpning inom delområdet radarsystem har under de senaste åren omfattat ett betydande stöd till Försvarmakten och FMV rörande uppgraderingen av den svenska sensorkedjan. Det handlar om konceptgenerering, simulering av olika sensorkoncept samt expertstöd till FMV. Inom delområdena radarsystem och samverkande sensorer har FOI lämnat stöd till Gripen-systemets utveckling. Vidare har samverkan skett med Swedec¹¹ rörande sensorsystem för detektion av IED:er¹². Samverkan sker också med Polisen och civila myndigheter för att studera möjligheter att samutnyttja sensorresurser vid t.ex. attentat och terrorism. Inom delområdet optronik har FOI genomfört studier och försök kopplade till Marin verksamhet i skärgårdsmiljö. Inom delområdet signaturanpassning genomförs verksamhet inom modellering och analys av maskeringssystem. FOI har också på uppdrag av FMV genomfört prestandamätningar och karaktärisering av signaturanpassningsåtgärder. Inom alla delområden sker fortlöpande medverkan i samverkansgrupper med deltagare från Försvarmaktens förband och skolor samt seminarier för olika delar av Försvarmakten och FMV. Utbildningsinsatser bl.a. rörande lasersäkerhet och signaturanpassning för totalförsvaret har också genomförts.

4.2.8 Säkerhetspolitik

Forskningsområdet bygger på en tvärvetenskaplig, dock huvudsakligen statsvetenskapligt grundad, analys av viktigare länder, regioner och organisationer i Sveriges omvärld. De huvudsakliga analysområdena är Ryssland (särskilt rysk militär förmåga och utrikespolitik), nordeuropeisk och transatlantisk säkerhetspolitik (omfattande omkring ett dussin europeiska länder i svenskt närområde samt USA, Arktis och, ur ett multilateralt perspektiv, organisationerna Nato och EU), Asien och Mellanöstern (med tonvikt på Kina och Nordostasien samt konflikterna i Mellanöstern), samt Afrika (inklusive relevanta afrikanska organisationer

¹¹ Swedec, Swedish EOD and Demining Centre, är Sveriges kompetenscentrum för nationella och internationella uppgifter inom ammunitions- och minröjning.

¹² IED, Improvised Explosive Device.

och externa aktörers verksamhet i Afrika).

Verksamheten har Försvarsdepartementet som huvuduppdragsgivare, men delar finansieras också av Försvarsmakten och UD. Till mindre del, och i form av avtappning, levereras också analyser till andra kunder, bl. a. den del av det privata näringslivet som är av nationellt intresse (t.ex. större banker och försvarsindustrin).

Den internationella säkerhetspolitiken har de senaste 5-10 åren väsentligt ändrat karaktär. Från att under ett par decennier ha varit inriktad på olika former av samarbeten och fredsskapande internationella beroenden är stora delar av den globala säkerhetspolitiken snarare inriktad på traditionella geopolitiska motsättningar, territoriella konflikter och mellanstatliga krig, eller risk för sådana krig. Denna trend har närmast förstärkts under 2019. Att stödja uppdragsgivarnas beslutsprocesser i denna nya internationella miljö är fortsatt forskningsområdets främsta operativa målsättning.

De utmaningar som finns på detta område är många och relativt svåra. Internationella säkerhetspolitiska förändringar är å ena sidan drivande för svensk utrikes-, försvars- och säkerhetspolitik, vilket märkts i de senaste försvarsbeslutsprocesserna. Å andra sidan är dessa politikområden fortfarande i huvudsak dimensionerade och inriktade för en tidigare, mer samarbetsinriktad epok. För att möta uppdragsgivarnas behov vad gäller underlag, insikter och beslutsstöd måste forskningsområdet kunna omfatta dels sakkunskap på flera olika mycket komplexa internationella områden (t.ex. vad gäller de geopolitiska relationerna mellan stormakterna Ryssland, Kina och USA, eller vad avser konflikterna i Mellanöstern) och dels pedagogiskt kunna förmedla detta till uppdragsgivarna.

Forskningsområdets möjligheter att lösa dessa uppgifter på ett effektivt sätt bygger på att de inom området ingående forskarna tillgodogör sig fördjupad insikt i bl.a. geopolitisk teori och analys, geografiskt indelad sakkunskap och övergripande insikter vad gäller nya hot och risker (inklusive cyberfrågor och hybridhot). Även nyare hotbilder som geoeconomiska problemställningar och de förändrade geopolitiska förutsättningar som kan uppstå genom klimatförändringar – t.ex. i Arktis – är en del av de utmaningar som forskningsområdet måste behärska.

Medarbetarna inom forskningsområdet levererar framför allt stöd till Regeringskansliet, särskilt Försvarsdepartementet i form av rapporter som behandlar internationella och geopolitiska förhållanden. Större leveranser till Försvarsdepartementet under 2019 omfattar studier om säkerhetspolitiska aspekter av rysk verktygsmaskinindustri, OSSE:s arbete med militära förtroendeskapande åtgärder i konfliktsituationer, säkerhetspolitiken i Centralasien, externa aktörers militära baser i Afrika, Indien som framväxande stormakt, och inte minst forskningsområdets kanske största profilprodukt, *Russian Military Capability in a Ten-Year Perspective*, som redan fått stor uppmärksamhet både nationellt och internationellt.

FOI har också genomfört studier på uppdrag av UD, bl.a. avseende kinesiska strategiska företagsförvärv i Sverige. Vidare har FOI:s experter deltagit som stöd till den svenska OSSE-delegationen i Wien. Stöd har också lämnats till Försvarsmakten i form av säkerhetspolitiska analyser av diverse länder och regioner, såsom Afrika, Asien, Arktis m.fl.

4.2.9 Telekrig

Verksamheten inom området Telekrig bidrar till att uppnå en telekrigförmåga som motsvarar behoven för Sveriges insatsförband. Verksamheten syftar till att skapa förutsättningar för att behärska det elektromagnetiska spektrumet för att skydda egna förband, plattformar och

personal. Kunskap om telekrig är integritetskritisk, vilket innebär att kunskapen endast är tillgänglig genom egen forskning. Internationella samarbeten kan endast etableras då djupt ömsesidigt förtroende råder och då båda parter är överens om att den andre kan bidra på ett givande sätt. Forskningen inom området syftar till att öka möjligheterna för Sveriges förband att verka och överleva vid insatser. Verksamheten omfattar metod- och teknikutveckling, studier, utbildning samt teoretisk och experimentell forskning gällande stör- och skyddsmetoder inom det elektromagnetiska området. Forskningen inom telekrig bygger upp kompetens som ska användas under hela livscykeln för Försvarmaktens telekrigssystem. Resultaten av telekrigsforskningen är bl.a. tillgång till kunskap för kravställning, utprovning, verifiering och validering av telekrigssystem. Forskningen bidrar också till att kompetens finns tillgänglig för stöd till Försvarmaktens dataproduktion och framtagning/analys av motmedelsalgoritmer. Sist men inte minst ska forskningen ligga till grund för möjligheten att bygga upp nationell kompetens för utbildning och kompetensförsörjning inom telekrigsområdet på lång sikt.

Kraven på skydd av fartyg, flygplan och helikoptrar kan till stor del mötas genom telekrigssystem. Då utveckling av vapen samt dess siktessensorer och målsökare ständigt går vidare sker anpassning av varnarsystem och motverkanssystem ständigt mot nya och gamla hotssystem. Detta kopplas även till den egna plattformens utveckling och lastalternativ som i stor utsträckning inverkar på funktionen hos dess VMS. Metoder och teknik anpassas för att möta utvecklingen av radio samt radar och dess utnyttjande. Forskningen styrs främst mot att möta utvecklingen av nya vågformer, nya användningsområden samt ett breddat frekvensutnyttjande i syfte att kunna anpassa och krävställa taktiska system mot nya funktioner och behov i syfte att göra signalspaningssystemen funktionella mot moderna radio- samt radarsystem. Kraven på robusta globala navigeringssystem, GNSS¹³, för PNT, omfattar även telekrigsområdet då de baseras på mottagning av radiosignaler. Forskningen bygger upp kunskapen om GNSS samt på dess robusthet ur ett telekrigsperspektiv.

Forskning avseende HPM¹⁴ sker i syfte att kunna skaffa relevanta skydd mot HPM och att följa utvecklingen av HPM-vapen. Inom C-IED¹⁵ och C UAS¹⁶ inriktas forskningen mot att genom telekrig skapa, samt koordinerat med forskning inom angränsande områden söka, möjligheter att skydda trupp och materiel mot IED-attacker, respektive möjligheter att skydda mot spaning eller verkan som lyfts fram med UAS. I syfte att kunna säkerställa skydd för personal, system och tredje person utvecklas taktiskt användbara skydd mot laser. Forskning sker vidare i syfte att fördjupa kunskapen om aktiva lasersystem.

Under 2019 har FOI deltagit i flera integrerade projektteam tillsammans med Försvarmakten och FMV, som rör kunskapstillämpning inom telekrigsområdet. Ett exempel är deltagande i provverksamheterna inom NAFAG/ACG3/SG2¹⁷, där FOI även i år har bidragit med både utrustning och analyspersonal. Flera av de modeller och värderingsverktyg som utvecklats vid FOI har under 2019 utnyttjats för att till exempel stödja FMV med värderingar av nätverksbaserade sensorer för luft- och sjöövervakning samt vid värdering, verifiering och validering av JAS 39 E. Utvecklad metodik och verktyg har demonstrerats vid ett flertal tillfällen och även omsatts och utvärderats genom aktivt deltagande i Försvarmaktens försöks-, övnings- och spelverksamhet. Stöd har även lämnats till marinen avseende vidareutveckling av prognosverktyg (2018/2019) och motmedelsfunktionalitet (2017 och 2019) samt till Luftstridsskolan avseende operativ validering (OPEVAL) av flygande plattformar. Sedan flera år stödjer FOI också förband (t.ex. Telekrigbataljonen) med spelverksamhet vid

¹³ GNSS, Global Navigation Satellite Systems.

¹⁴ HPM, High Power Microwave.

¹⁵ C-IED, Counter Improvised Explosive Device.

¹⁶ C UAS, Counter Unmanned Aerial Systems.

¹⁷ Arbetsgrupp inom Nato för utveckling av egenskydd för flygande plattformar.

övningsplanering och reglementsarbete, visualisering av sensorräckvidder med och utan störning under planering och genomförande av ledning eller insats. FOI har även bidragit till Försvarens studieverksamhet inom telekrigområdet, bl.a. genom deltagande i Studieförsök Telekrigförmåga, Studieförsök Telekrig CUAS samt i studieförsök för särskild anpassning till markförbandens behov. Forskning inom området signalspaning mot radar har resulterat i ny funktionalitet som på grund av exportrestriktioner är svår att upphandla från utländska tillverkare. En första användning av resultatet, som pågår sedan några år, är att utöka förmågan hos de markbaserade system för radarsignalspaning som FMV anskaffar åt Försvaretsmakten. Motsvarande utveckling, där forskningsresultat utnyttjas för att öka förmågan i upphandlade system, kommer troligen att ske inom flera delområden i en nära framtid.

4.2.10 Undervattensforskning

Huvudsyftet med verksamheten inom området Undervattensforskning är att säkerställa nödvändig kunskap för Försvaretsmakten kort- och långsiktiga förmågeutveckling samt materielförsörjning inom undervattensområdet. Fokus ligger på Sveriges närområde, framför allt Östersjöregionen.

Forskning bedrivs om marina spanings- och varningssystem för ubåtar och fartyg samt utläggbara och fasta undervattenssystem. Vidare bedrivs forskning om undervattenskommunikation, hantering av undervattenssignaturer för ubåtar och fartyg, motmedel och torpedförvar, störning och vilseledning under ytan samt undervattensverkan inkluderande koncept för framtida undervattensvapen. Genom att kombinera omfattande experimentell verksamhet med djupa kunskaper om undervattensmiljön och dess inverkan på akustiska och elektromagnetiska signaturer, sensor- och vapensystem, samt en relevant domänkunskap, har FOI skapat en unik kompetens inom undervattens teknik för grunda vatten som Östersjön. Undervattensområdet är integritetskritiskt och flera delar av verksamheten är högt sekretessbelagd.

Aktuell kunskapstillämpning omfattar bl.a. utveckling av nya tekniker för ubåtssystemet, och arbete med att införa några av dessa för operativt bruk har fortgått under året. Vidare har forskningen kring utläggbara undervattenssystem nyttjats i samarbete med Försvaretsmakten och FMV för att ta fram tekniska specifikationer till fasta och utläggbara spaningssystem. Kunskap från forskningen rörande sensortekniker för plattformsbunden spaning och havsövervakning, speciellt i Östersjön, har använts för att ta fram förslag på nya sonarsystem till marinens befintliga och kommande ytstridsfartyg. Akustisk och elektromagnetisk signaturmätning har nyttjats i samarbete med Försvaretsmakten och FMV för att ta fram tekniska specifikationer till marinens signaturmätstationer. FOI:s kunskap gällande minsystem har nyttjats inom ramen för en Försvaretsmaktsstudie och vidare har FOI erhållit ett utvecklingsprojekt inom minområdet. Inom ramen för ett internationellt samarbete har två omfattande sjöförsök genomförts, det ena under havsis i syfte att undersöka istäckets inverkan på spanings- och kommunikationssystemen och det andra i skärgårdsmiljö i syfte att demonstrera nya spanings- och kommunikationsmetoder som utvecklats inom ramen för samarbetet. Viktiga framsteg har skett gällande möjligheten att snabbt och dolt bestämma enskilda utlagda akustiska sensorers positioner, vilket förbättrar sensorsystemens spaningsförmåga.

4.2.11 Vapen, skydd och säkerhet

Verksamheten inom området Vapen, skydd och säkerhet bidrar till att skapa den nationella expertisen om explosivämnen, vapenverkan och skydd. Forskningen sker främst på uppdrag av Försvaretsmakten och är fokuserad på frågeställningar som berör Försvaretsmakten huvuduppgift att möta väpnade angrepp, men experterna är också kunskapsbas för det civila samhället i flera

säkerhets- och skyddsaspekter. Området innefattar samtliga operationsmiljöer och därtill hörande vapen- och skyddssystem (allt från finkalibersystem till förmåga till långgräckviddig bekämpning av sjö- (yt-) och markmål med system i samverkan). Verksamheten spänner över många teknikområden och innefattar experiment och storskaliga försök, detaljerade studier av framtida vapeneffekter och skyddsmekanismer samt analys och värdering av moderna komplexa vapen- och skyddssystem. Kunskap om vapen och skydd är integritetskritisk, vilket innebär att kunskapen endast är tillgänglig genom egen forskning. Forskningen karakteriseras av ett omfattande behov av experimentella resurser, vilka är avgörande för verksamhetens genomförande och resultat. Forskningen är indelad i delområdena Styrning och navigering, Värdering av sårbarheter och risker, Verkans- och skyddsprinciper, Framdrivning och utskjutning, Elektromagnetiska vapen, Vapensystem och dess effekter samt Energetiska material och ammunitionssystem.

Det finns ett antal forskningsfrågor inom varje delområde. Exempel på aktuella forskningsfrågor inom delområde Styrning och navigering är kopplade till kravställning och värdering av precisionsvapen med fokus på förmågan att studera integrerade system. Studier av hypersoniska robotvapen är också en fokusfråga. Inom delområdet Värdering av sårbarheter omfattar forskningen bl.a. metoder för identifiering av kritiska sårbarheter, strategier för framtagning och vidmakthållande av verkans- och sårbarhetsmodeller samt tillämpningen av statistiska analysmetoder för riskvärdering. Delområdet Verkans- och skyddsprinciper utgör i många avseenden den traditionella kärnan för vapen- och skyddsforskningen. Forskningen handlar om såväl de fysikaliska fenomenen som beskriver interaktionen mellan verkansdelar och skyddsfunktioner, som hur olika material och funktioner kan sättas samman till effektiva delsystem. Forskningsfrågorna inom delområdet Framdrivning och utskjutning sträcker sig från utformning av traditionella robotmotorer av raketttyp och modellering av förbränningsfenomen i kanonrör till utveckling av simuleringsmodeller och experimentutformning för framtidens hypersoniska framdrivningssystem. Inom delområdet Elektromagnetiska vapen, dvs. vapen som inte verkar med traditionella verkansprinciper som tryck eller kinetiska verkansdelar, är laser och HPM i fokus. Inom delområdet Vapensystem och dess effekter behandlas t.ex. principer för hur system i samverkan, en tillfällig sammansättning av plattformar, sensorer och vapen, ska utformas. Luftvärn är ett exempel på ett sammansatt vapensystem med många ingående delsystem, sensorer, ledningssystem och vapen som ska samverka. Energetiska material är en gemensam del i nästan alla typer av vapensystem och i flera skyddssystem. Kunskapen i området är en bas även för risk- och hotvärdering, både militärt och för hot mot det civila samhället. Centrala forskningsfrågor inom delområdet Energetiska material och ammunitionssystem handlar om att förutse och utforma egenskaperna i krut för framdrivnings- och utskjutningssystem och explosivämnen i verkansdelar.

Kunskapstillämpningen inom området är omfattande. Under 2019 har Försvarsmakten varit den största avnämaren av kunskap. En viktig och ökande form av kunskapstillämpning är stödet till Försvarsmaktens studieverksamhet. I några studier har stödet fortsatt varit omfattande under året och många tillämpningar har bäring på system för markstrid. Kurser har getts till förband och centra. En viktig del av kunskapstillämpningen är stödet till Försvarsmaktens högkvarter i olika koncept- och kravställningsarbeten. Under 2019 har arbetet intensifierats och sträcker sig från kravställning på eldhandvapen till konceptanalys där stödet till framtida nationell luftförsvarsförmåga utgör den största insatsen. Försvarsmakten har också under året efterfrågat stöd i flera ammunitionsrelaterade uppdrag rörande livslängdsbedömning, analys och statusbedömning av krut, robotmotorer och granater.

Under 2019 har FMV efterfrågat kunskap inom luftvärnsområdet och för analys av robotar. FOI har även varit utföraren i några internationella forskningssamarbeten på uppdrag av FMV. Utbildning inom explosivämnesområdet har också genomförts.

På Fortifikationsverkets uppdrag har ett större verkansförsök genomförts på Älvdalens skjutfält. Försöket genomfördes i internationell samverkan. Vidare har återkommande uppdrag om riskanalys av ammunitionslagring och fortsatta riskbedömningar vid skjutfältsavveckling genomförts. Stöd har lämnats till rättsvårdande myndigheter inom riskvärdering, utredningsstöd och utbildningsstöd, främst inom vapenverkan och explosivämnesområdet. Under året har ett femtontal mindre uppdrag genomförts. Till MSB och övriga krisberedskapsaktörer levereras stöd i riskbedömningar samt utbildning, framförallt i explosivämneskunskap. Utbildning (explosivämneskunskap) och analysuppdrag av riskanalysskaraktär genomförs även till civila aktörer som kärnkraftsindustrin och högskolor. Ett ökande behov av prov och försök av energilagringssystem, framförallt litium-jonbatterier, har lett till flera uppdrag från såväl FMV som industrier i vilka olika batteriutformningar provas för att undersöka säkerhetsaspekter.

4.2.12 Försvarsekonomi

Forskningsområdet Försvarsekonomi har tre huvudinriktningar: finansiell och ekonomisk analys, strategisk personalförsörjning samt materiel- och logistikförsörjning. Den försvarsekonomiska kunskapen används framförallt av Förvarsdepartementet, Förvarsmakten och MSB.

Under året har forskning som syftar till att utveckla en metod för att ta fram landspecifika köpkraftspariteter¹⁸ vars uppgift är att öka jämförbarheten mellan olika länder bedrivits. Vidare har analyser gjorts av baltiska staters tillväxt för att hämta in erfarenheter med relevans för det svenska försvarets tillväxt. Vidare studeras med mikro- och produktionsekonomiska ansatser Sveriges egna ekonomiska förutsättningar att upprätthålla och tillväxa inom det militära försvaret. Analyser har även gjorts av ändamålsenlighet i olika processer och strukturer för materielanskaffning. Till detta har också analyser av investeringsplaner utförts och en studie av Riksvärderingsnämndens funktion och roll i dagens totalförsvaret har genomförts. Under året har även Förvarsmaktens materielförsörjningsstrategi analyserats, samt att stöd lämnats till Förvarsmaktens ekonomiberäkningar.

Med utgångspunkt i ekonomisk teori, managementteori samt genusteori har stöd lämnats kring försvarets personalförsörjning och hur effektiv denna är. Strukturella obalanser har analyserats när det kommer till befintlig personalstat och analyser görs av olika åtgärders effekter för att hantera obalanserna. Det har till exempel handlat om försvarets attraktionskraft inom olika populationer och för olika geografiska hemvister. Vidare har teknikutvecklingen analyserats och dess påverkan på personalförsörjningen och hur den bör påverkas när det kommer till antal och kompetensbehov. Till detta har också analyser genomförts kring kvinnors förutsättningar att göra karriär i försvaret, hur dessa skiljer sig från männens och om det förekommer osakliga karriärhinder för i första hand kvinnor inom Förvarsmakten. Under året har till exempel kvinnors uttag av föräldraledighet studerats och dess eventuella inverkan på möjligheten att göra karriär.

Försvarets logistik har analyserats med fokus på hur denna kan utformas för att uppnå hög effektivitet i det specifika systemet såväl som det bidrag det lämnar till den samlade försvarsförmågan. Logistikerna genomsyrar de flesta centrala verksamheterna i försvaret och frågan som ställs är hur logistiken kan utformas för att på bästa sätt understödja dessa verksamheter. Ett arbete har bedrivits som syftar till att utveckla metoder för operativ prövning och analys av logistiken. Parallellt med detta drivs ett utvecklingsarbete som syftar till att etablera, utveckla och utvärdera standardiserade logistikmodeller för att öka effektiviteten i logistiksystemet. Såväl armén, marinen som flyget har varit föremål för dessa insatser.

¹⁸ Köpkraftspariteter mäter prisskillnaden på jämförbara varor och tjänster mellan länder. Köpkraftspariteter används för att jämföra länders BNP och för att skapa prisnivåindex (PNI) för att kunna jämföra prisnivåer och levnadskostnader mellan länder.

4.3 Övrig redovisning enligt instruktion och regleringsbrev

4.3.1 Nyttiggörande utanför totalförsvaret

Instruktionen

1 § 2 st. Totalförsvarets forskningsinstitut ska verka för att försvarsforskningen nyttiggörs även utanför totalförsvaret.

I det försämrade säkerhetsläget har efterfrågan på FOI:s kunskap inom totalförsvaret ökat. Den delen av verksamheten som innebär att vår kunskap nyttjas utanför totalförsvaret har alltid utgjort en mindre andel som nu dessutom minskat på grund av resursbrist. Uppdragen kommer huvudsakligen från myndigheter utanför totalförsvaret samt i viss utsträckning från näringslivet.

Volymen uppdrag från svenskt näringsliv ligger relativt stadigt med mindre årsvisa fluktuationer. Uppdragen är relativt sett små och handlar främst om stöd från FOI:s tekniska expertkompetens. Uppdragen bidrar till tekniköverföring till näringslivet så att teknik och kunskap kommer svensk industri till nytta genom förbättrade förutsättningar för utveckling av nya produkter. Omvänt kan de även ge FOI insyn i hur civila lösningar kan appliceras i en militär kontext.

Uppdragen från civila myndigheter innefattar ett brett spektrum av expertstöd, stöd vid strategiskt arbete, kurser och övningar, men även operativt stöd till de brottsbekämpande myndigheterna. Även här karaktäriseras verksamheten av att det ofta är relativt små uppdrag.

FOI har under året genomfört aktiviteter med syfte att förbättra spridningen av kunskapen till alla målgrupper inklusive de utanför totalförsvaret, bl.a. genom podcast. Även FOI:s deltagande i samhällssäkerhetsmässan, kan nämnas i detta sammanhang då målgruppen för mässan sträckte sig utanför aktörerna inom totalförsvaret.

FOI:s medarbetare är mycket efterfrågade av media för expertkommentarer. Deras medverkan utgör ett viktigt bidrag för att stärka en faktabaserad samhällsdebatt. Förfrågningstrycket under hösten 2019 bedöms ha varit något starkare än tidigare, med dagliga förfrågningar från media i en bredare palett av ämnesområden och händelser. Mediemedverkan bedrivs inom FOI som en tillika-verksamhet, varför volymen artiklar och publiciteten snarare avspeglar enskilda forskares möjligheter och tillgänglig tid för att medverka, än medias betydligt högre efterfrågan på deras kommentarer.

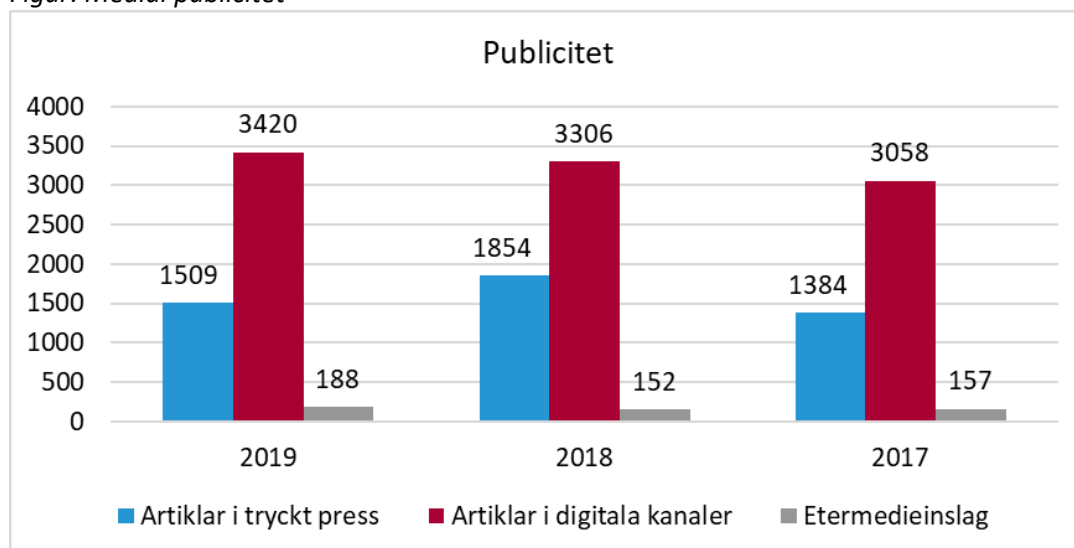
Medverkan i media ger ofta följdfrågningar om experters deltagande i olika föreläsningar och seminarier. Efterfrågan på FOI att nyttiggöra sin kunskap genom folkbildning även utanför totalförsvaret ökar, men saknar vanligtvis finansiering och är svår att möta när tillgängliga resurser behövs inom uppdragen. FOI gör årligen olika insatser för att tillgängliggöra myndighetens kunskap brett. Under 2019 medverkade exempelvis 12 forskare i totalt 14 seminarier under Almedalsveckan. På Samhällssäkerhetsmässan 2019, som arrangerades av MSB och Sveriges Kommuner och Regioner (SKR)¹⁹, medverkade 10 forskare i 9 av 36 sessioner och en mycket välbesökt FOI-monter visade verksamhet från samtliga avdelningar.

FOI:s publicitet analyseras löpande genom mediebevakning och en årsanalys. FOI bedömer att publiciteten under 2019 speglar en normal variation av världshändelser och ämnen. Trenden är att digital publicering ökar och att tryckta medier minskar över åren. En allt starkare trend är

¹⁹ I slutet av november 2019 ändrade Sveriges Kommuner och Landsting namn till Sveriges Kommuner och Regioner.

också att en intervju sampubliceras i flera kanaler; som etermedia, webbplats och i sociala medier.

Figur: Medial publicitet



Källa: Årlig mätning i Retrievers databas.

Andelen inslag med expert/talesperson från FOI uppgick 2019 till 74 procent av totala antalet inslag där FOI nämns. Detta värde ligger för FOI:s del tämligen stabilt över åren och varierar mellan 70 och 80 procent, vilket är en jämförelsevis hög andel. Leverantören Retriever noterar att i deras breda kunddatabas är en andel med talesperson om 20 procent normalt för en svensk myndighet.

FOI:s digitala kanaler är centrala i kommunikationen med olika intressenter. Under 2019 hade webbplatsen foi.se närmare 1 miljon sidvisningar, varav över hälften var unika. I de sociala medierna hade vid utgången av 2019 FOI:s konton på Twitter 13 000 följare, LinkedIn 16 000 följare, och Facebook drygt 2000 följare. Av tabellen nedan framgår att antalet följare har fortsatt att öka i samtliga kanaler.

Tabell: Digitala medier

Antal besökare på www.foi.se	2019	2018	2017
Sidvisningar totalt ¹⁾	996 303	803 112	520 487
Varav unika sidvisningar ¹⁾	529 523	518 787	419 144
Antal följare i sociala medier	2019	2018	2017
Twitter	12 993	11 073	9 406
LinkedIn	15 946	11 195	8 556
Facebook	2 082	1 681	1 364

Källa: FOI.se, egen statistik. SoMe: nedladdat från respektive kanal, uttag för 2019; 2020-01-10--20

¹⁾ Mätmetod ändrad fr.o.m. 2018.

Under hösten 2019 startade FOI den egenproducerade podcasten Rapporterat, som utkom med fem avsnitt. Podcasten kompletterar övriga kommunikationskanaler och sprids på sex olika plattformar.

4.3.2 Samverkan mellan militär och civil forskning samt mellan nationell och internationell forskning

Instruktionen

3 § 1 st. Totalförsvarets forskningsinstitut ska särskilt verka för samverkan mellan militär och civil forskning samt mellan nationell och internationell forskning.

4.3.2.1 Samverkan mellan militär och civil forskning

På samma sätt som den civila forskningen är väsentlig för försvar och säkerhet är också den försvarsinriktade forskningen en viktig kunskapskälla för det civila samhället. För att FOI ska kunna genomföra sina uppdrag är det nödvändigt att samverka med civila forskningsaktörer både inom och utom landet. Förutom de omfattande nätverk som forskarna är en del av, har FOI byggt upp och genomfört projektsamverkan med ett flertal universitet och högskolor samt med institut i och utanför Sverige. FOI har även lagt ut uppdrag på företag och andra kunskapsorganisationer som en strategi för att komplettera FOI:s kompetens.

Tabell: Samverkansprojekt och uppdrag

Projekt i samverkan med forskargrupper inom universitet och högskolor

	2019	2018	2017
Antal samverkansprojekt	95	79	79

Utlagda forskningsuppdrag

Kostnader mnkr	2019	2018	2017
Universitet, högskolor och institut	9,6	7,2	4,2
Övriga utlagda uppdrag ¹⁾	19,3	16,6	11,3
Totalt ¹⁾	28,9	23,8	15,5

¹⁾ Omfattningen av utlagda forskningsuppdrag 2018 har korrigerats från totalt knappt 29 mnkr i FOI årsredovisning 2018 till knappt 24 mnkr. Justeringen på ca 5 mnkr berör övriga utlagda uppdrag 2018.

Erhållna uppdrag från universitet, högskolor och institut

Intäkter mnkr	2019	2018	2017
	1,5	1,7	2,0

Svenska universitet och högskolor efterfrågar också kompetensen hos forskare vid FOI i både undervisning och forskning. Under 2019 var 16 av FOI:s medarbetare anställda på deltid som adjungerade professorer eller lektorer vid olika universitet och högskolor jämfört med 16 medarbetare under 2018 och 19 medarbetare under 2017.

I tabellen nedan finns andra exempel på hur FOI:s medarbetare på olika sätt samverkat i forskning och forskarutbildning vid universitet och högskolor.

Tabell: Samverkan av FOI-medarbetare

Antal personer	2019	2018	2017
Forskarstuderande handledda av FOI:s personal	29	31	32
FOI-medarbetare inskrivna som forskarstuderande vid universitet och högskolor	24	22	23
FOI-medarbetare som avlagt licentiat eller doktorsexamen	3	0	4

4.3.2.2 Samverkan mellan nationell och internationell forskning

Året har präglats av Sveriges ominriktning mot nationellt försvar. Det finns därtill ett växande behov av forskning inom totalförvarsområdet via uppdrag från svenska myndigheter. Det innebär inte per automatik att internationell samverkan blir mindre viktig, men den prioriteras på delvis andra grunder än tidigare. En konsekvens är t.ex. ett minskande utrymme att genomföra uppdrag finansierade från utlandet då leveranser till svenska uppdragsgivare måste prioriteras.

Därtill påverkas FOI av förändringar utanför Sveriges gränser. Det kan noteras att brexit ökar Storbritanniens incitament att söka bilateral samverkan med andra länder och då även med Sverige. För FOI har detta under 2019 inneburit nya och förnyade bilaterala forskningsavtal samt ett större intresse från brittiska partners att besöka FOI. FOI har haft besök från Storbritannien såväl från personer med ansvar för styrning och inriktning av forskningen som från forskare och tekniska experter. Under året har t.ex. en gästforskare från brittiska Defence Science and Technology Laboratory (DSTL) tillbringat några månader vid FOI:s forskningsanläggning i Grindsjön. FOI för också diskussioner med Storbritannien om nya avtal inom en rad områden, bl.a. kopplade till framtida stridsflygssystem.

En viktig framväxande faktor för samverkan mellan nationell och internationell forskning inom försvars- och säkerhetsområdet är förberedelserna inför den europeiska försvarsfonden (EDF). FOI stödjer Försvarsdepartementet i förhandlingarna av fonden och dess förberedande åtgärder, deltar i projekt inom ramen för den förberedande åtgärden för försvarsforskning samt stödjer FMV i arbetet med att etablera och driva ett nationellt projektkontor. Se vidare i avsnitt 4.4.4.1.

4.3.3 Internationella samarbeten och tjänsteexport

Instruktionen

3a § Totalförsvarets forskningsinstitut får bedriva tjänsteexport som är direkt kopplad till myndighetens verksamhetsområde och som ligger inom ramen för det uppdrag som anges i denna eller någon annan förordning. Förordning (2010:1470).

Regleringsbrev

1.5. Internationella samarbeten

Åtterraportering

Totalförsvarets forskningsinstitut ska redovisa vilka internationella samarbeten som har varit prioriterade under året, vilken kunskap de givit myndigheten och hur strategin sett ut för dessa format och samarbetsländer som varit prioriterade under innevarande år.

Totalförsvarets forskningsinstitut ska redovisa för hur det svensk-finska samarbetet, i enlighet med det samförståndsavtal som undertecknades den 9 juli 2018, har utvecklats.

FOI har en strategi för internationellt arbete som sammanfattningsvis innebär att samverkan ska ske där det gynnar kvaliteten på de nationella uppdrag FOI har. Det är i sammanhanget viktigt att balansera nytta för myndigheten, och i förlängningen FOI:s uppdragsgivare, mot det risktagande som alltid föreligger inom internationell samverkan. Möjliga risker finns till exempel rörande oönskad spridning av skyddsvärd kunskap. Internationellt samarbete innebär också att resurser låses upp över tid, vilket innebär minskade frihetsgrader för ominriktning av den egna forskningen.

Forskningssamarbete är per definition långsiktigt för att forskning i sig tar tid och för att det krävs tid för att etablera den tillit mellan parterna som behövs för att samarbetet ska nå det djup som krävs för hög kvalitet. Någon anledning till ändrad målsättning vad gäller samarbetets inriktning i stort har inte funnits under året, varför några stora förändringar i vilka format eller samarbetsländer som har varit prioriterade inte har skett. Som redan nämnts sker dock här och nu en potentiellt stor förändring inom det europeiska försvarsforskningslandskapet, där EDF redan i sin ännu inte fullt sjösatte form börjar påverka andra bi- och multilaterala relationer. EDA²⁰ som organisation är även starkt påverkad av etableringen av EDF. Relationen mellan EU och Nato påverkar även forskningen.

Ett exempel på framgångsrikt internationellt samarbete är det under åren 2016-2019 bedrivna trilaterala samarbetet med forskningsinstitutet TNO²¹ (Nederländerna) och DRDC²² (Kanada) gällande medicinskt omhändertagande efter nervgasexponering. Fokus har legat på studier av nervgasers förmåga att tränga igenom hud och utvärdering av metoder för personsanering. Samarbetet har varit gynnsamt då instituten har kompletterande experimentella metoder för att studera utvalda frågeställningar och gemensamma experimentella studier har planerats och genomförts i Kanada med de tre parterna närvarande.

Nyttan av samarbetet har varit den direkta tillgången till kunskap och laboratorieresurser vid respektive nationellt laboratorium. Framkomna resultat, erfarenheter och kompetensuppbyggnad har också förstärkt FOI:s anslagsfinansierade forskning för skydd mot nervgaser. För FOI:s huvuduppdragsgivare har mervärde uppnåtts genom kostnadsdelning och en tydlig förmågehöjning vid FOI.

Ett annat exempel hämtat från det trilaterala samförståndsavtalet mellan Sverige, Nederländerna och Kanada är det treåriga projektet Understanding Influence som avslutades under hösten 2019. Syftet har varit att stödja kunskapsutbyte så att deltagande länders förmåga att förstå och skydda sig mot påverkansoperationer kan utvecklas. FOI:s forskningsintresse inom området ligger i att kunna detektera påverkansoperationer på sociala medier. Inom samarbetet har metoder och verktyg som tagits fram av FOI prövats och bedömts av de andra länderna med gott resultat. Projektet resulterade i en gemensam vetenskaplig artikel. Projektavtalet var det första projektsamarbetet mellan de tre länderna med fokus på effekten av desinformation genom sociala medier och har bidragit till att bredda perspektivet för påverkansoperationers roll och inflytande på militära operationer.

En sammanfattning av FOI:s portfölj av internationellt avtalsbundet samarbete framgår av tabellen nedan. Den omfattar tre dominerande komponenter: bi- och trilateralt samarbete i form av informationsutbyte eller gemensamma forskningsprojekt, projekt genomförda inom EU:s ramprogram samt samarbete inom Natos forskningsorganisation. Därtill sker ett mindre antal projekt inom EDA och inom andra multilaterala fora, såsom den europeiska flygforskningsorganisationen Garteur. Redovisningen av projektportföljen omfattar de avtal

²⁰ EDA, European Defence Research Agency.

²¹ TNO, Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (eng. *Netherlands Organisation for Applied Scientific Research*).

²² DRDC, Defence Research and Development Canada.

som var gällande 31 december aktuellt år. Antalet projektsamarbeten är relativt konstant inom samtliga samsamarbetskategorier.

Tabell: Antal pågående internationella samarbeten

Samarbete	2019-12-31	2018-12-31	2017-12-31
Bi- och trilateralt	43	54	61
EU	14	16	19
Nato	42	40	41
Övriga (EDA, GARTEUR, m.fl.)	4	5	8
Summa	103	115	129

Finansieringen av FOI:s del av samarbetet sker oftast via svenska forskningsanslag och uppdrag varav Försvarmaktens anslag för forskning och teknikutveckling 1:4 anslag 1:9 ap.2 tillsammans med anslaget för CBRN-skyddsforskning är de största finansieringskällorna.

Finland

Under året har kontakterna med Finland ökat markant. De har främst skett mot den finländska motsvarigheten till FOI, Finnish Defence Research Agency (FDRA). På myndighetsledningsnivå har ett nordiskt möte för försvarsforskningsdirektörer genomförts under 2019 med FDRA som värd.

Ett flertal möten och besök har genomförts mellan forskare från de båda organisationerna. Dessa möten har berört ett stort antal forskningsområden, såsom säkerhetspolitik, kamouflage, signaturanpassning, skydd mot obemannade flygande farkoster, energetiska material, skydd mot farliga ämnen och skydd mot vapenverkan. Samtliga kontakter har hittills varit av rent utforskande karaktär och FOI och FDRA genomför för närvarande inga bilaterala forskningsprojekt eller informationsutbyten. Genom dialogen mellan FOI och FDRA har det dock framkommit att det finns flera önskvärda samsamarbetsmöjligheter. FOI och FDRA har därför under senare delen av 2019 initerat ett arbete med syfte att ta fram ett övergripande bilateralt samverkansavtal inom försvarsforskningsområdet.

4.3.4 Exportfrämjande verksamhet

Instruktion

3 § 2 st. Forskningsinstitutet ska på uppdrag av Försvarets materielverk bedriva exportrelaterad verksamhet inom försvarssektorn.

Regleringsbrev

1.7 Samordning av internationella möten avseende exportrelaterad verksamhet

Deltagande från Totalförsvarets forskningsinstitut i internationella möten avseende exportrelaterad verksamhet ska samordnas av Försvarets materielverk.

FOI har under året haft ett uppdrag från FMV inom exportrelaterad verksamhet. Uppdraget omfattade deltagande vid ett seminarium anordnat vid en svensk ambassad.

4.3.4.1 Europeiska försvarsindustriprogrammet (EDIDP) och den Europeiska försvarsfonden (EDF)

Regleringsbrev*3.8 Europeiska försvarsindustriprogrammet (EDIDP) och den Europeiska försvarsfonden (EDF)*

Totalförsvarets forskningsinstitut ska bistå Försvarets materielverk i arbetet avseende möjliga svenska bidrag till Europeiska försvarsindustriprogrammet. I detta arbete ska Totalförsvarets forskningsinstitut samarbeta med Försvarsmakten och Försvarets materielverk.

Totalförsvarets forskningsinstitut ska bistå Regeringskansliet (Försvarsdepartementet) avseende Europeiska försvarsfonden, med syfte att identifiera möjliga svenska bidrag till fonden och att främja Försvarsmaktens möjligheter att använda relevanta resultat av fonden. I detta arbete ska Totalförsvarets forskningsinstitut samverka med Försvarsmakten och Försvarets materielverk.

FOI har under 2019 bistått FMV i arbetet avseende möjliga svenska bidrag till 2019 års utlysning inom det Europeiska försvarsindustriprogrammet (EDIDP). Regelbundna möten har genomförts under hela året med FMV och Försvarsmakten, och FOI har även deltagit vid remissgruppsmöten för EDIDP, sammankallade av Försvarsdepartementet.

Vidare har FOI i samverkan med FMV bistått Försvarsmakten i arbete med att identifiera förslag på områden som Sverige bör förordna i förhandlingen av arbetsprogrammet för EDF forsknings- respektive utvecklingsdimension. FOI har även analyserat och bedömt projektförslag inom det europeiska samarbetsformatet Pesco, i dialog med Försvarsmakten och FMV.

FOI har också, tillsammans med Försvarsmakten, samverkat med FMV i deras förberedelser med etableringen av ett nationellt koordineringskontor för EDF.

4.3.5 Redovisning av arbetet med planering för verksamhet och organisation vid höjd beredskap

Regleringsbrev*1.8 Totalförvarsplanering enligt förordningen (2015:1053) om totalförvar och höjd beredskap.*

Myndigheten ska ha en aktuell planering för sin verksamhet och sin organisation vid höjd beredskap. Samverkan ska ske med övriga berörda aktörer i syfte att nå en sammanhängande planering för totalförsvaret.

Återrapportering

Myndigheten ska redovisa planeringsläget och planen för det fortsatta arbetet.

I september 2017 fattade generaldirektören beslut om att samtlig tillsvidareanställd personal vid myndigheten ska vara krigsplacerad vid FOI. Från detta datum krigsplaceras också nyanställd personal vid myndigheten.

Under 2019 har samverkan med berörda myndigheter skett för att fastställa lämpligaste krigsplacering för de medarbetare som är krigsplacerade på annan myndighet. För ett fåtal medarbetare har ännu inte slutligt samråd genomförts.

Under året har följande genomförts:

- Övningar och utbildningstillfällen i olika sammanhang med chefer och utvalda medarbetare för att öka samsyn samt identifiera prioriterade utvecklingsområden.

- Arbete med att identifiera, formera och dokumentera organisation och bemanning i hela myndigheten.
- Särskilt fokus har lagts på att identifiera samverkansbehov såväl internt som externt samt att påbörja etablering av dessa kontakter.
- Samverkan med berörda myndigheter t.ex. inom ramen för framtagande av programplaner för totalförsvaret.
- Samverkansmöten med Försvarmakten och FMV.
- Utbildning för alla medarbetare om totalförsvarets uppgifter och utveckling.
- Planeringsaktiviteter inför TFÖ 2020.

Ett led i den interna utvecklingen är att FOI kommer att delta som övad i TFÖ 2020 och uppgifter kring detta har fördelats. Utöver detta planeras fortsatta utbildningsinsatser, momentövningar samt fördjupad samverkan med närstående myndigheter.

4.3.6 Redovisning av myndighetens anslagsposter

Utgiftsområde 6, 1:9 ap.1, Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys

Regleringsbrev*4.1 Villkor för anslag 1:9 ap.1 Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys*

20 000 tkr ska användas för myndighetens egeninitierade forskning.

FOI bedriver säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analysverksamhet (SOFFA) till stöd för regeringen, efter närmare inriktning av Regeringskansliet (Försvarsdepartementet och Justitiedepartementet).

I enlighet med den strategiska dialogen mellan FOI och Regeringskansliet upprätthåller och utvecklar FOI kompetens inom ramen för säkerhetspolitiska studier, försvarspolitiska och försvarsekonomiska studier samt studier av samhällets säkerhet. Utifrån dessa områden föreslår FOI årligen ett antal projekt. Projekten ska kunna leverera stöd av hög relevans, vetenskaplig kvalitet och integritet inom respektive område över tid samt upprätthålla och utveckla kompetenser som Regeringen långsiktigt efterfrågar.

Nya medel för SOFFA

För 2019 har 7,5 mnkr i nya medel tillförts för SOFFA. Dessa medel har möjliggjort en bredare och djupare analys än vad som annars hade varit möjlig, inom de angivna områdena ovan.

Nya medel för cyber

För 2019 har 7 mnkr i nya medel tillförts för forskning inom Cyberområdet. Dessa medel har använts för att utveckla förmågan att stödja nationell samverkan och förmågeuppbyggnad avseende cybersäkerhet inom totalförsvaret har FOI vidareutvecklat den infrastruktur, kunskap och kompetens som ligger till grund för FOI:s cyberanläggning CRATE. I CRATE skapas virtuella miljöer med avancerade datornätverk till stöd för utbildning, övning, tester, experiment och framtagande av ny kunskap inom cyberförsvar och utveckling av cyberförsvarsteknologi.

En närmare beskrivning av innehållet inom säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys, inklusive cyber, återfinns i bilaga 3.

Nya medel för egeninitierad forskning

För 2019 har 20 mnkr i nya medel tillförts för egeninitierad forskning. Detta är forskning med ett strategiskt nydanande perspektiv, som kan ge stöd till förmågeutveckling i ett mer långsiktigt tidsperspektiv, såväl för det militära som för det civila försvaret. Detta innebär exempelvis pilotverksamhet inom nya lovande forskningsområden, men också innovativa forskardrivna initiativ.

Under 2019 har flera forskningsprojekt inletts. Forskning om biologiska och kemiska stridsmedel som syftar till att kunna bedöma hot och risker från biologiska toxiner, undersökning av nya metoder för skydd och sanering avseende kemiska stridsmedel liksom verksamhet för stärkt kunskap om tekniker för att producera, lagra och distribuera (vapenföra) B- och C-ämnen har inletts. Vidare har forskning kring ett flexibelt spelsystem där kunskap från flera olika tekniska nivåer föder systemet med relevant information startats.

FOI har också genomfört forskning till stöd för utveckling av det moderna civila försvaret bl.a. kring det kalla krigets civila försvar liksom framåtblickande arbete som syftar till att ställa upp en bild av hur civilt försvar kan organiseras, inriktas och ledas som en helhet.

Forskningen inom tillämpade kvantteknologier växer explosionsartat och försvarsmakterna i USA och Kina investerar stort på forskning inom området. Flera av dessa teknologier har potentialen att markant förändra förutsättningarna inom försvarsområdet. FOI följer FoU inom kvantteknologier som kan påverka den militära förmågan och genomför fördjupade studier inom kvantradarområdet.

Ammunitionssäkerhet syftar till att säkra att ett vapen eller ett vapensystem ska ge avsedd verkan när så behövs, men också att det ska kunna lagras, transporteras och handhas på ett säkert sätt. Detta oberoende av lagringstid, transportsätt, olika klimat etc. FOI har utvecklat kompetens inom tändsystem och tändämnen (pyroteknik), specifik ammunitionssäkerhets-hållfasthetslära och tillförlitlighet för att kunna bedöma ammunitionssäkerhet.

Utgiftsområde 6, 1:9 ap.2, Forskning inom CBRN-området

FOI disponerar en anslagspost för forskning inom CBRN-området från Försvarsdepartementet för att bedriva forskning kring hot från och skydd mot kemiska, biologiska och radioaktiva ämnen samt kärnvapen och för att säkerställa att grundkompetens och infrastruktur inom området långsiktigt upprätthålls. Anslagsposten utgör, tillsammans med anslaget från UD, huvudsaklig finansiering av den kunskapsuppbyggande verksamheten och den infrastruktur som krävs för detta, och är därmed en förutsättning för att kunna bibehålla och utveckla en strategisk kompetens för att bidra till Försvarsmaktens långsiktiga förmågeutveckling, utgöra ett stöd för totalförsvaret samt bidra till att stärka samhällets krisberedskap inom CBRN-området. Anslaget är helt och hållet avsett för kunskapsuppbyggande verksamhet, medan mer tillämpade frågeställningar ska finansieras genom uppdrag från berörda myndigheter. En närmare beskrivning av innehållet inom CBRN-området återfinns i bilaga 1.

Nya medel för nya kemiska hotsubstanser samt syntetisk biologi och nya B-hotagens

För 2019 har 6,1 mnkr i nya medel tillförts för forskning avseende syntetisk biologi och nya B-hotagens samt nya kemiska hotsubstanser. Verksamheten som startat inom syntetisk biologi ligger i gränslandet mellan molekylärbiologi, populationsgenetik, biokemi och virologi, och

verksamheten är delvis experimentell. Vad gäller nya kemiska hotämnen har fokus för denna verksamhet under 2019 varit läkemedelsliknande ämnen (opioida substanser) och experimentella metoder för att studera dessa ämnens giftighet. I år har även en del av verksamheten bedrivits med biokemiska metoder, för att nästa år övergå till en förstärkning av synteskemin. Mer detaljer om verksamheten finns i bilaga 1.

Nya medel för explosivämnen

För 2019 har 6 mnkr i nya medel tillförts för långsiktig förmågeuppbyggnad avseende explosivämnen. Området omfattar specifikt uppbyggnad av grundläggande kompetens och förmåga kring bedömning och karakterisering av nya (explosivämnesrelaterade) hot, samt kring forskning och metodutveckling avseende analys och detektion av explosivämnen/IED:er i komplexa matriser och miljöer. Verksamheten är kunskapsuppbyggande och kan i förlängningen nyttiggöras i form av tillämpade uppdrag från Försvarsmakten eller andra berörda myndigheter/uppdragsgivare. En närmare beskrivning av innehållet återfinns i bilaga 1.

Utgiftsområde 6, 1:9 ap.3, Polisens verksamhetsområden

Regleringsbrev

4.1 Villkor för anslag 1:9 ap.3 Polisens verksamhetsområden

Anslagsposten får användas för att finansiera forskning syftande till kunskapsuppbyggnad inom Polismyndighetens och Säkerhetspolisens verksamhetsområden.

Verksamheten inom anslagsposten är avsedd att finansiera forskning syftande till kunskapsuppbyggnad inom Polismyndighetens och Säkerhetspolisens verksamhetsområden och har inriktats och genomförts i nära dialog med dessa myndigheter. Utvecklingen i samhället och omvärlden innebär utmaningar för Polismyndigheten och Säkerhetspolisen, såväl avseende brottsbekämpning som brottsförebyggande och trygghetsskapande arbete, och anslagsverksamheten inriktas för att bidra till att långsiktigt utveckla förmågan att möta dessa utmaningar. I dialogen har gemensamma kriterier för prioritering av projektområden och inriktning av verksamheten använts. Styrande för inriktningen av verksamheten har varit att den ska ha hög relevans för aktuellt verksamhetsområde inom polismyndigheterna, tillräcklig djup och höjd i forskningsfrågorna samt möjliggöra en bedömning av effekt och genomförbarhet.

Under 2019 har projektverksamhet planerats och genomförts för att utveckla kunskap inom följande områden: analys av stora datamängder som verktyg för polisiär lägesbild och underrättelseinhämtning, lägesbild och beslutsfattande utifrån polisens roll i totalförsvaret i en hybridhotskontext, samt möjligheter och begränsningar i användandet av modern sensorteknik i polisiära tillämpningar. Den senare verksamheten är nystartad under 2019 och planeras att pågå till och med 2021. Vidare har det inom ramen för anslagsverksamheten 2019 arrangerats en föreläsningsserie inom området artificiell intelligens och dess utmaningar för brottsbekämpning. Målgruppen för föreläsningsserien var såväl brottsbekämpande myndigheter som forskare verksamma inom området. Projektet rörande analys av stora datamängder har avslutats enligt plan under 2019.

Verksamheten bedöms ha bidragit till att bredda, fördjupa och effektivisera samverkan mellan FOI, Polismyndigheten och Säkerhetspolisen. Verksamheten har genomförts i forskningsprojekt som definierats och implementerats i kontinuerlig dialog med myndigheterna. Inriktande för verksamheten är de förmåge- och utvecklingsbehov som har

identifierats under dialogen, och som sedan har prioriterats och samlats i projektrubriker samt preciserats för beredning och genomförande. I dialogerna som genomförts 2018 och 2019 har ett dussintal angelägna förmåge- och utvecklingsområden identifierats, varav fem har beretts vidare till konkreta verksamhetsförslag. Anslagsramen medger att ett av dessa förslag kan implementeras i form av ett nytt forskningsprojekt med start under 2020.

Utgiftsområde 6, 1:9 ap.4, Internationell verksamhet

Anslagsposten används för att möjliggöra FOI:s stöd till Försvarsdepartementet i det bilaterala samarbete som sker inom försvarsmaterielområdet. Det senaste året har till exempel det bilaterala arbetet med Storbritannien varit i fokus. Stöd har även givits till Försvarsdepartementet i förhandlingarna om EDF.

FOI:s generaldirektör är av regeringen utsedd till svensk försvarsforskningsdirektör och representerar Sverige såväl bi- som multilateralt. Anslaget används till del för att möjliggöra detta arbete. FOI bereder ärenden som rör forskning samt koordinerar det svenska forskningsdeltagandet inom EDA och Nato i samverkan med Försvarsmakten och FMV.

FOI använder också medel från anslaget för att säkerställa att relevanta avtalsramverk finns på plats för att konkret forskningssamverkan ska kunna genomföras. Under 2019 har förhandlingar rörande försvarsforskningsavtal på övergripande nivå förhandlats med Australien och avtalet förväntas kunna tecknas i början på nästa år. Förhandlingar pågår även om nytt försvarsforskningsavtal med Tyskland och bilateral dialog om att eventuellt inleda förhandlingar med Finland har genomförts.

Ett viktigt verktyg för att konkret forskningssamverkan initieras inom ramen för beredda prioriteringar och inte uppstår ad hoc utanför dessa prioriteringar är de internationella grupper som finns för att bereda forskningsprogram inom ramen för olika samarbetsfora. De viktigaste är EDA:s Capability Technology Areas (CapTechs) samt Natos forskningspaneler. En stor andel av anslagsmedlen används för att bemanna dessa grupper. Detta är verksamhet som inte kan bemannas inom ramen för enskilda forskningsuppdrag. Anslagsmedlen är en helt nödvändig förutsättning för att rätt samverkan ska kunna genomföras. Under 2019 kan arbetet med att ta fram teknologiska byggstenar och strategiska forskningsagendor inom EDA:s CapTech-grupper särskilt lyftas fram. Detta arbete kommer, på ett eller annat sätt, att vara en viktig grund för det fortsatta arbetet med att inrikta den kommande försvarsfonden.

Inom denna anslagspost har FOI tillförts 3,5 mnkr i nya anslagsmedel för att förstärka den internationella verksamheten.

Utgiftsområde 5, 1:6 ap.4, Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik, nedrustning och icke-spridning

Inom detta anslag har FOI lämnat tekniskt stöd till UD samt utvecklat vetenskapliga metoder för att verifiera efterlevnaden av olika nedrustnings- och provstoppsavtal. Tillsammans med anslaget från Försvarsdepartementet har detta möjliggjort att FOI långsiktigt har kunnat bibehålla och utveckla CBRN-verksamheten i linje med framtida civila och militära frågeställningar och behov. En närmare beskrivning av innehållet inom CBRN-området återfinns i bilaga 2.

Utgiftsområde 1, 6:1 ap.2, Allmänna val och dem – Värna demokratin

Regeringen har gett FOI i uppdrag att göra kvantitativa kartläggningar och analyser av den

våldsbejakande extremistiska propaganda som sprids via internet och sociala medier i Sverige. FOI:s uppdrag är att öka kunskapen om hur digital propaganda från våldsbejakande grupper ser ut i Sverige, något som är en förutsättning för att göra de förebyggande verktygen mer träffsäkra och proaktiva samt att föreslå åtgärder om t.ex. positiva motbudskap. Arbetet med uppdraget påbörjades i augusti 2016 och ska slutredovisas i februari 2020. Totalt har åtta rapporter publicerats inom ramen för uppdraget, varav två under året.

Rapporten *Ensamagerande våldsverkare. Profiler, riskbedömningar och digitala spår* handlar om ensamagerande våldsverkare - individer som utan, eller med minimal hjälp från andra, begår planerade våldsamma attacker. Rapporten belyser några av de faktorer som ensamagerande i vid bemärkelse - inte bara ideologiskt motiverade, utan även sådana som agerar utifrån personliga motiv har gemensamt, och som skiljer dem från övriga befolkningen. Till den befintliga psykologiska forskningen om ensamagerande som till stor del bygger på sjukjournaler, anteckningar från fängelser eller intervjuer med anhöriga beskrivs i rapporten ännu en dimension: deras egna ord. Ett flertal av de gemensamma psykologiska faktorerna kommer nämligen till uttryck i det textmaterial som många ensamagerande efterlämnar på sociala medier. Med utgångspunkt i forskning om psykologi, lingvistik och datavetenskap har FOI utvecklat ett textanalysverktyg vars syfte är att assistera i riskbedömningar av potentiella ensamagerande.

Rapporten *Digitalt slagfält. En studie av radikalnationalistiska digitala miljöer* ger en inblick i hur radikalnationalistiska ideologier idag tar sig uttryck i digitala miljöer. I rapporten studeras både miljöer med tydlig ideologisk profil, och några av de ocensurerade s.k. "free speech"-miljöer som tenderar att dra till sig personer med radikalnationalistiska sympatier. Den senaste tiden har ett flertal attentat inträffat runtom i världen där gärningspersonen inspirerats av radikalnationalistiska ideologier och i många av fallen har förövaren varit aktiv i digitala miljöer där de också i vissa fall publicerat en avsiktsförklaring innan attackerna ägt rum. Rapporten beskriver hur hatbudskap, konspirationsteorier och avhumanisering används för att tillskriva individer och grupper egenskaper som gör dem till legitima måltavlor för våld samt hur terrorister och våldsverkare hyllas som hjältar i de digitala miljöerna.

FOI har inom ramen för uppdraget utvecklat verktyg, infrastruktur och kompetens för att kunna göra analyser av digitala miljöer och fenomen. Den kompetens som byggts upp har också gjort att FOI har kunnat stödja brottsbekämpande myndigheter med analyser i utredningar. Uppdraget har möjliggjort att FOI tillsammans med andra uppdragsgivare kunnat analysera olika digitala fenomen.

Forskare från FOI har inom ramen för uppdraget deltagit i europeiska nätverk som European strategic communication network (ESCN), Europols European Counter Terrorism Center (ECTC) forskargrupp samt i referensgruppen till det EU-finansierade forskarnätverket VOX-Pol.

4.4 Personal och kompetensförsörjning

Förordning (2000:605) om årsredovisning och budgetunderlag 3 kap. 1 § och 3 § samt även 7 kap 3 §

Den individbaserade statistik som ingår i resultatredovisningen ska vara uppdelad efter kön, om det inte finns särskilda skäl mot detta.

Myndigheten ska redovisa de åtgärder som har vidtagits i syfte att säkerställa att kompetens finns för att fullgöra de uppgifter som framgår av myndighetens instruktion och till vad regeringen, i förekommande fall, har angett i regleringsbrev eller i något annat beslut. I redovisningen ska det ingå en bedömning av hur de vidtagna åtgärderna sammantaget har bidragit till fullgörandet av dessa uppgifter.

Uppgift skall lämnas om de anställdas frånvaro på grund av sjukdom under räkenskapsåret.

4.4.1 FOI:s medarbetare

4.4.1.1 Anställda och årsarbetskrafter

Det totala antalet anställda vid FOI var 983 personer vid utgången av 2019. Medelåldern var 46 år, samma för kvinnor och män. Anställningstiden bland medarbetare var i snitt 11 år, 10 år för kvinnor och 11 år för män.

Arbetet med rekryteringar har resulterat i en ökning med 25 medarbetare jämfört med föregående år. Trots att antalet anställda har ökat har FOI inte nått målet, vilket var 1 006 anställda.

FOI:s årsarbetskrafter²³ och genomsnittligt antal anställda²⁴ har också ökat. Årsarbetskrafterna uppgick till 857 för 2019, en ökning med 36 årsarbetskrafter från 2018. Genomsnittligt antal anställda uppgick till 905 personer under 2019, en ökning med 28 personer jämfört med föregående år.

Tabell: Antal anställda

Per 31 december	Antal		
	2019	2018	2017
Anställda totalt	983	958	916
Kvinnor	315	303	287
Män	668	655	629
Varav tillsvidareanställda	962	932	885
Kvinnor	311	296	277
Män	651	636	608
Varav visstidsanställda	21	26	31
Kvinnor	4	7	10
Män	17	19	21

²³ Med årsarbetskrafter avses antal anställda under året omräknat till heltidsarbetande, vilket innefattar arbetad tid under året för tillsvidareanställda, visstidsanställda och timanställda med avdrag för samtliga tjänstledigheter (inkl. föräldraledighet), deltid och långtidssjukfrånvaro.

²⁴ Vid beräkning av genomsnittligt antal anställda under året ingår tillsvidare- och visstidsanställda, där reduktion görs för medarbetare som har varit helt tjänstlediga (med eller utan lön).

För helåret	Antal		
	2019	2018	2017
Årsarbetskraft ^{1,2}	857	821	792
Kvinnor	261	253	235
Män	596	568	557
Genomsnittligt antal anställda ^{2,3}	905	877	848
Kvinnor	284	273	258
Män	621	604	590

¹ Enligt definition ESV. Årsarbetskrafter ska visa den tid som myndigheten har betalat lön eller annan ersättning till anställda i utbyte mot arbete under ett räkenskapsår.

² 2018 års siffror har uppdaterats sedan föregående årsredovisning på grund av sent rapporterad information avseende tjänstledigheter etc.

³ Tillsvärdare- och visstidsanställda under året

4.4.1.2 Forskningsverksamhet

FOI är organiserat i fem avdelningar, där fyra är forskningsavdelningar och den femte är en administrativ avdelning. I slutet av året arbetade 78 procent inom kärnkompetens, 5 procent inom ledningskompetens och 17 procent inom stödkompetens²⁵.

Av FOI:s medarbetare är drygt 800 forskare. På FOI arbetar bl.a. naturvetare, samhällsvetare, ekonomer, jurister och filosofer. 370 medarbetare har under året arbetat som projektledare, vilket innebär att 38 procent av medarbetarna axlat projektledarrollen under året.

Antal disputerade vid FOI var vid årets slut 322 personer, varav 26 procent var kvinnor och 74 procent var män. Andelen som är disputerade av totalt antal anställda inom kärnverksamheten har minskat något jämfört med föregående år.

Tabell: Disputerade anställda inom kärn- och ledningskompetens per 31 december¹

	Antal			Andel av totalt anställda inom kärn- och ledningskompetens		
	2019	2018	2017	2019	2018	2017
Antal disputerade anställda ²	322	329	318	39%	41%	41%
Kvinnor	83	80	72	40%	39%	37%
Män	239	249	246	39%	41%	42%

¹ Av tillsvidare- och visstidsanställda

² 2018 års siffror har uppdaterats retroaktivt.

4.4.1.3 Kvinnor och män på FOI

Instruktion

1 § 1 st. Kvinnor och mäns villkor ska belysas och analyseras när det är relevant.

FOI har arbetat vidare med att ta fram aktiviteter och processer som bidrar till att uppnå målet en jämnare könsfördelning, i alla verksamheter och på alla nivåer. En jämn könsfördelning

²⁵ Anställdas indelning i lednings-, kärn- och stödkompetens i enlighet med förordning AgVFS 2003:7 A 2.

anses vara att både kvinnor och män utgör minst 40 procent av den totala gruppen. Fördelningen av kvinnor och män anställda på FOI har varit tämligen konstant under den senaste treårsperioden. Vid slutet av året var andelen kvinnor 32 procent och andelen män 68 procent av totalt anställda på FOI. Inom kärnverksamheten var 25 procent kvinnor. Exempel på aktiviteter som genomförts för att öka intresset för FOI:s verksamhet bland kvinnor är föreläsningar för kvinnliga studentföreningar inom tekniska universitetsutbildningar samt en översyn av annonser ur ett könsperspektiv.

Andelen chefer som är kvinnor är 38 procent, vilket innebär att det återigen närmar sig en jämn könsfördelning²⁶. På högsta chefsnivå och inom FOI ledning är det en jämn könsfördelning. Könsfördelningen bland chefer inom både kärnverksamhet och stödverksamhet speglar könsfördelningen bland medarbetarna inom samma verksamhet. Könsfördelningen bland disputerade har förbättrats något från föregående år, medan andel kvinnor bland projektledare minskat något. Vad gäller FOI:s interna aktiviteter har jämställdhet och inkludering varit i fokus på ett av höstens möten för samtliga chefer. En översyn av processen för intern befordran med fokus på jämställdhetsperspektivet och en kartläggning av skillnader och förutsättningar för kvinnor och män att ta på sig projektledaruppdrag har också påbörjats.

Tabell: Procentuell fördelning per kön

Fördelning i procent	Kvinnor			Män		
	2019	2018	2017	2019	2018	2017
Fördelning antal anställda totalt	32	32	31	68	68	69
Fördelning tillsvidareanställda	32	32	31	68	68	69
Fördelning visstidsanställda	19	27	32	81	73	68
Fördelning årsarbetskraft	30	31	30	70	69	70
Fördelning genomsnittligt antal anställda	31	31	30	69	69	70
Fördelning inom stödkompetens ¹	64	65	66	36	35	34
Fördelning inom kärnkompetens ¹	25	25	24	75	75	76
Fördelning disputerade ²	26	24	23	74	76	77
Fördelning projektledare ³	23	24	24	77	76	76
Fördelning samtliga chefer ⁴	38	35	39	62	65	61
Fördelning chefer ² inom kärnverksamhet ¹	28	25	30	73	75	70
Fördelning chefer ² inom stödverksamhet ¹	69	64	62	31	36	38
Fördelning enhetschefer, sektionschefer	37	32	41	63	68	59
Fördelning stf avdelningschefer	43	50	33	57	50	67
Fördelning avdelningschefer	40	40	20	60	60	80
Fördelning FOI ledning	56	50	40	44	50	60
Fördelning FOI styrelse	38	50	50	62	50	50

¹ Anställdas indelning i lednings-, kärn- och stödkompetens i enlighet med förordning AgVFS 2003:7 A 2

² 2018 års siffror procentuella fördelning har uppdaterats retroaktivt

³ Projektledare för anslags-, bidrags- och avgiftsfinansierade projekt

⁴ Gruppen innefattar samtliga chefer med personalansvar

Nytt för 2019 är att FOI ingår i Samverkansrådet för jämställdhet och jämlikhet, mot diskriminering, tillsammans med bl.a. Forsvarsmakten, Totalförsvarets rekryteringsmyndighet, Forsvarshögskolan, Forsvarets materielverk och Forsvarets Radioanstalt.

FOI har, i enlighet med diskrimineringslagen (3 kap. 10 och 11 §§), under året genomfört en

²⁶ Enligt definitionen att både kvinnor och män utgör minst 40 procent av den totala gruppen.

lönekartläggning där löneskillnader mellan kvinnor och män, som har lika eller likvärdiga arbeten, har kartlagts och analyserats. Vid lönekartläggningen har FOI inte funnit några löneskillnader mellan kvinnor och män som inte har kunnat förklaras.

4.4.1.4 Personalerörlighet

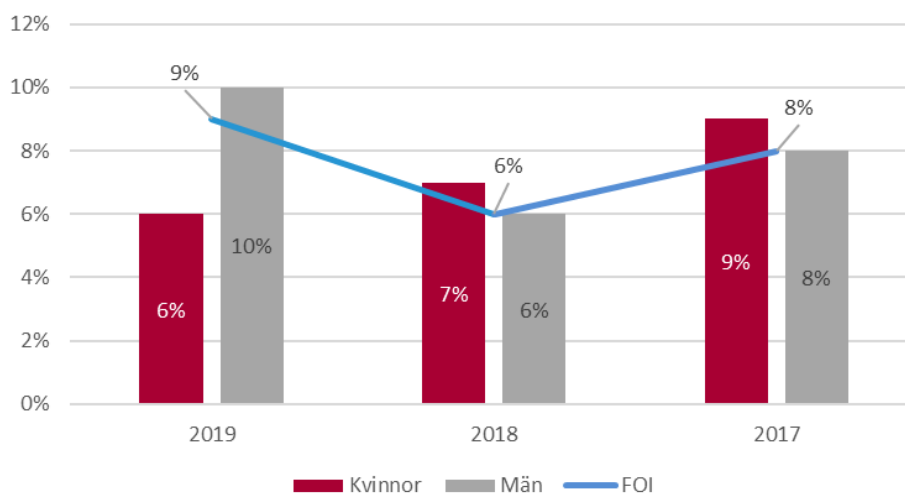
Under 2019 har FOI gjort 117 externrekryteringar av nya medarbetare, samtidigt som 92 medarbetare har lämnat sin anställning. Av de externa rekryteringarna har 10 procent tidigare varit anställda och 15 procent har tidigare varit examensarbetare vid myndigheten. Av de som har lämnat myndigheten har drygt 20 procent gått i pension och drygt 10 procent har lämnat en visstidsanställning.

Tabell: Extern personalerörlighet för tillsvidare- och visstidsanställda

	Nyanställda			Avgångar		
	2019	2018	2017	2019	2018	2017
Totalt	117	112	92	92	70	73
Kvinnor	33	44	41	21	28	28
Män	84	68	51	71	42	45

Personalomsättningen²⁷ beräknas genom att dividera det lägsta värdet av externa avgångar eller nyanställningar avseende tillsvidareanställda under året med antal tillsvidareanställda vid årets början. Personalomsättningen var 9 procent 2019, jämfört med 6 procent föregående år. Ökningen beror på att andelen avgångar har ökat.

Figur: Extern personalomsättning för tillsvidareanställda i procent



Avgångarna bland män har ökat samtidigt som avgångarna bland kvinnor har minskat något. Det ökade antalet avgångar beror dels på att fler personer lämnat FOI för annat arbete, men också att fler personer har avgått med pension jämfört med tidigare år. Jämfört med staten som helhet ligger FOI:s personalomsättning på en mycket låg nivå²⁸.

²⁷ Personalomsättning beräknas genom att ta lägsta värdet av avgångar eller nyanställda genom antal tillsvidareanställda - enligt definition Nyckeltalsinstitutet.

²⁸ <https://www.publikt.se/artikel/sa-hog-ar-myndigheternas-personalomsattning-22544>

Andelen pensionsavgångar har ökat något, från knappt två procent per år de senaste fem åren till drygt två procent i år. De närmaste åren förväntas de årliga pensionsavgångarna bli i samma storleksordning som 2019, eftersom åldersstrukturen hos medarbetarna förväntas vara i stort sett oförändrad.

4.4.1.5 Sjukfrånvaro

FOI har under året fortsatt arbetet med att förebygga och bibehålla en låg sjukfrånvaro. Sjukfrånvaron var 2,9 procent för 2019, vilket är samma som föregående år. Bidragande faktorer är ett förebyggande rehabiliteringsarbete och tidiga insatser vid ohälsa. Exempelvis genomför chefer samtal med medarbetare som har tre sjukfrånvarotillfällen eller fler under de senaste sex månaderna.

Sjukfrånvaron är lägre jämfört med staten i stort där sjukfrånvaron var 3,8 procent 2018²⁹. Sjukfrånvaron bland män har minskat, medan sjukfrånvaron hos kvinnor uppvisar en ökning det senaste året. Sjukfrånvaron har ökat för den yngsta åldersgruppen. Det är för män upp till 29 år som sjukfrånvaron ökat, vilket följer hur det sett ut i staten i stort²⁹.

Andelen långtidssjuka av total sjukfrånvaro har fortsatt att minska och uppgick till 31,3 procent för 2019. Långtidsfrånvaron är högre för kvinnor än för män och den har också ökat för kvinnor 30-49 år under 2019, efter en nedgång under 2018. Genomgång av långtidssjukskrivningar visar på behov av fortsatta insatser på individ- och enhetsnivå, men inte övergripande åtgärder på myndighetsnivå.

Tabell: Sjukfrånvaro i procent¹

	All sjukfrånvaro i %			Andel långtidssjuka ³ i %		
	2019	2018	2017	2019	2018	2017
Samtliga anställda ²	2,9	2,9	3,0	31,3	34,6	39,7
Kvinnor	4,7	4,3	5,0	47,9	47,8	55,7
Män	2,0	2,2	2,1	13,5	22,9	22,6
Ålder -29 ⁴	2,3	1,9	2,0		-	-
Kvinnor	1,1	1,4	2,1		-	-
Män	2,8	2,1	1,9		-	-
Ålder 30-49	2,4	2,5	2,5	10,4	9,8	15,2
Kvinnor	3,7	3,0	4,4	16,1	8,6	24,2
Män	1,8	2,3	1,7	4,3	10,9	5,5
Ålder 50-	3,5	3,5	3,7	20,9	24,7	24,6
Kvinnor	6,8	6,6	6,2	31,8	39,2	31,5
Män	2,2	2,2	2,6	9,2	11,9	17,1

¹Värdena för tidigare år är uppdaterade på grund av retroaktiva justeringar av sjukfrånvaro.

² Innefattar tillsvidareanställda och tidsbegränsat anställda

³ (60 dagar eller mer) i förhållande till total frånvaro (%)

⁴ Sjukfrånvaron särredovisas inte för denna grupp då uppgifterna kan härledas till enskilda individer, detta i enlighet med ESV allmänna råd 7 kap. 3.9

4.4.2 Åtgärder kompetensförsörjning

För att nå verksamhetsmålen är FOI beroende av medarbetarnas kompetens och förmåga att

utvecklas. Myndigheten arbetar därför kontinuerligt för att skapa goda förutsättningar för att attrahera, rekrytera, utveckla och behålla medarbetare.

4.4.2.1 Attrahera och rekrytera

Under 2019 har FOI rekryterat inom samtliga verksamhetsområden. Arbetet med rekryteringar under året har resulterat i en ökning av antal anställda, men FOI har ändå inte uppnått rekryteringsmålet. En effektivisering av rekryteringsprocessen har lett till att en rekrytering nu har förutsättning att i genomsnitt ta fyra månader från det att en annons är publicerad till att anställningsbeslut är anslaget, och sex månader till dess att en ny medarbetare är på plats.

Det finns ett stort rekryteringsbehov av expertkompetenser. FOI har gjort riktade insatser gentemot dessa målgrupper, exempelvis anordnat öppet hus och lunchföreläsningar, i syfte att informera och väcka intresse för FOI:s verksamhet. FOI har även gjort specifika marknadsföringskampanjer mot bestämda målgrupper, använt sociala medier i högre utsträckning samt använt sökverktyg för att hitta intressanta kandidater.

För att möta verksamhetens behov behöver FOI vara en attraktiv arbetsgivare. Externt har forskare bl.a. deltagit på arbetsmarknadsdagar riktade mot de utbildningar där FOI har behov av att rekrytera. Flera avdelningar har under året arbetat för att kunna erbjuda studenter examensarbete och en avdelning har vidareutvecklat sitt praktikantprogram. FOI har under året tagit emot sju praktikanter och haft över 50 examensarbetare.

Genom att presentera ett tydligt erbjudande till framtida medarbetare om hur det är att jobba på FOI ökar attraktionskraften som arbetsgivare, vilket underlättar att rekrytera nyckelkompetenser och att behålla befintlig personal. FOI har därför arbetat vidare med att utveckla FOI:s arbetsgivarvarumärke.

Ett sätt att följa hur attraktiv FOI är som arbetsgivare och hur marknadsföring har fungerat är genom den årliga undersökningen FöretagsBarometern³⁰. Där placerar sig FOI på plats 62 inom Data/IT (ej på topplistan föregående år) och på plats 70 bland civilingenjörer (jämfört med plats 100 föregående år). Det som visat sig i uppföljningen är att de särskilda insatserna har gjort skillnad. Bland de studenter där FOI har haft särskilda satsningar har FOI klättrat i ranking.

4.4.2.2 Utveckla och behålla kompetens

FOI har fortsatt arbetet med att utveckla och behålla kompetens. Medarbetarsamtal har hållits kontinuerligt med alla medarbetare för att kunna matcha utvecklingsviljan och kompetensen hos individen med verksamhetens behov. Internt har föreläsningar och seminarier anordnas för att synliggöra och sprida kunskap som arbetats fram inom myndigheten.

De senaste årens intensiva arbete med rekrytering har resulterat i en hög andel nyanställda, vilket ställer höga krav på en bra introduktion. Processen för att introducera nya medarbetare har därför setts över. Den obligatoriska myndighetsövergripande introduktionsdagen för nya medarbetare har utvecklats med ambitionen att ge en övergripande kännedom om kärnverksamheten och därigenom skapa samhörighet och stolthet hos nya medarbetare att få vara en del av myndigheten. Nästa steg i introduktionen är den obligatoriska utbildningsdagen Medarbetare på FOI, som utgår från den statliga värdegrunden och FOI:s medarbetarskap. FOI har även sett över avgångsprocessen och infört strukturerade avgångsintervjuer.

FOI har arbetat vidare för att alla medarbetare ska ha en god arbetsmiljö och att myndigheten ska fortsätta att vara en attraktiv arbetsplats. Särskilt fokus har varit att tillsammans med arbetstagarorganisationerna uppdatera rutinerna för det systematiska arbetsmiljöarbetet.

³⁰ FöretagsBarometern är en undersökning Universum genomför om attraktiva arbetsgivare bland Sveriges universitets- och högskolestudenter. 2019 har 25 188 studenter från 33 universitet och högskolor deltagit.

Arbetsmiljöutbildning har genomförts för nyutbildade chefer, skyddsombud och försöksledare.

För att utveckla arbetsmiljön har en särskild satsning inom ämnet hållbart arbetsliv genomförts, där chefer har utbildats inom stressrelaterad ohälsa och medarbetare har medverkat på en heldag i ämnet. Som ett led i arbetet med att främja hälsa och vara en hållbar arbetsplats för medarbetarna har FOI höjt friskvårdsbidraget under året. Medarbetare har även möjlighet till en timmes motion på arbetstid per vecka.

För att fortsätta utveckla den organisatoriska och sociala arbetsmiljön har FOI genomfört en medarbetarundersökning.

Svarsfrekvensen uppgick till 80,6 procent, vilket gav ett gott underlag för att betrakta resultaten som valida och ett bra underlag för förbättringsarbete. Resultatet visade att medarbetare på FOI känner att de bidrar med sitt kunskapsunderlag i arbetet, att deras arbetsuppgifter är viktiga och att deras arbetsinsats bidrar till verksamheten. Medarbetare på FOI är stolta över sina arbetsuppgifter och stolta över att arbeta på myndigheten. Resultatet visade också att medarbetare på FOI har förtroende för sin närmaste chef och upplever att denne frågar efter synpunkter, kan ändra sin uppfattning och ompröva ett beslut om så behövs samt kan ge konstruktiv feedback. Samtliga chefer har erbjudits coachingstöd efter undersökningen, 59 procent av cheferna har använt sig av det.

På FOI råder nolltolerans mot alla former av trakasserier och kränkande särbehandling och det finns rutiner för hantering av detta, vilket har följts upp i medarbetarundersökningen. Ingen respondent i årets medarbetarundersökning har angett att vederbörande har utsatts för sexuella trakasserier.

Utvecklingen av FOI:s chef- och ledarskap har fortsatt under året med fokus på att tydliggöra cheferns ansvar samt stärka chefer som arbetsgivarföreträdare. Utbildningen Chef i staten har genomförts för myndighetens chefer. FOI har även infört s.k. chefsforum för att stödja ledarskapet på myndigheten och stärka cheferna att vara goda arbetsgivarföreträdare.

4.4.3 Bedömning

Bedömningen av arbetet med kompetensförsörjning under 2019 är att myndigheten har tagit nödvändiga steg för att fullgöra myndighetens uppgifter och nå verksamhetsmålen. Detta arbete har inkluderat att se över processer för rekrytering, introduktion och avgångar, förbättra arbetsmiljön, stärka chef- och ledarskapet samt fortsätta arbetet för lika möjligheter och rättigheter. FOI bedömer att vidtagna åtgärder har bidragit till att myndigheten i stort sett har haft tillgång till den kompetens som behövts för att fullgöra myndighetens uppgifter. Fortsatta ansträngningar för att säkra kompetensförsörjningen framöver är dock nödvändiga.

4.5 Effektivitet och god hushållning

Myndighetsförordningen 3 §

Myndighetens ledning ansvarar inför regeringen för verksamheten och skall se till att den bedrivs effektivt och enligt gällande rätt och de förpliktelser som följer av Sveriges medlemskap i Europeiska unionen, att den redovisas på ett tillförlitligt och rättvisande sätt samt att myndigheten hushållar väl med statens medel.

Av nedanstående avsnitt framgår att FOI under 2019 i reala termer har

- sänkt genomsnittligt normalpris med 0,6 procent jämfört med 2018 och med 3,7 procent jämfört med 2017,
- sänkt medeltimpriset med 1,6 procent jämfört med 2018 och med 3,2 procent jämfört med 2017.

FOI har dessutom ökat debiteringsgraden för forskningsavdelningarna med knappt 3 procent till drygt 78 procent, samt nått en forskningsgrad för forskningsavdelningarna på knappt 83 procent, vilket är i nivå med föregående år.

Kostnaderna för central OH-verksamhet har ökat med 2,2 procent i reala termer jämfört med 2018. De centrala OH-kostnadernas andel av myndighetens intäkter har dock sjunkit något jämfört med 2018.

Mot denna bakgrund bedömer FOI att verksamheten under året har bedrivits effektivt och med god hushållning.

4.5.1 Utveckling av FOI:s externa timpriser

Nedanstående tabell visar utvecklingen av FOI:s normaltimpriser från 2017 till 2019. Under 2019 användes normalpriset för 71 procent av de arbetade timmarna i forskningsverksamheten. Timpriserna har räknats om till reala belopp med 2017 som bas. Som index för lönekostnadsförändringar har Konjunkturinstitutets statistik ”Timlöner enligt Konjunkturlönestatistiken” för statligt anställda använts. Som index för övriga kostnader har konsumentprisindex (KPI) använts. De två indexen har vägts samman med respektive kostnadstyps andel av FOI:s totala kostnader för respektive år. Normaltimprisets utveckling i nedanstående tabell visar därmed en realistisk bild av prisutvecklingen för FOI:s normalpris 2017-2019.

Tabell: Normalpris i kr (prisläge 2017, sammanvägt index)

Kategori ¹⁾	2019	2018	2017
1	1 376	1 375	1 410
2	1 238	1 248	1 280
3	1 133	1 141	1 170
4	1 009	1 009	1 035
5	867	853	875
6	719	702	720
Genomsnitt ²⁾	1 067	1 074	1 108

¹⁾ Priskategorier utgående efter personalens lönespann.

²⁾ Genomsnittligt realt timpris m.h.t. kategorimixen för faktiska normalpristimmar respektive år.

I tabellen ovan framgår att FOI i reala termer i genomsnitt har sänkt sina normaltimpriser med 7 kronor jämfört med 2018 och med 41 kr jämfört med 2017. Från 2018 till 2019 justerades priserna med olika nominella belopp i de olika kategorierna, medan det från 2017 till 2018 inte gjordes någon nominell prisökning.

Ett annat sätt att visa effektivitet i verksamheten är medeltimprisets utveckling. Medeltimpriset är det sammanvägda resultatet av medarbetarnas inplacering i kategorier och timpriset för arbetad tid i de olika verksamheterna. I tabellen nedan visas medeltimprisets utveckling i löpande prisläge samt omräknat till prisläget 2017, beräknat med ett sammanvägt index, se avsnitt om normaltimpris ovan.

Varje år behöver FOI i bokslutet göra en sista avstämning av prissättningen av anslagsverksamheten. Tabellen nedan visar medeltimpriserna för samtliga pristyper före och efter sådana slutliga anslagsprisjusteringar. Som framgår nedan, behövdes ingen sådan justering göras för 2019.

Tabell: Medeltimpris i kr i löpande prisläge, före och efter slutlig påläggsjustering av anslagpriserna samt omräknat till reala belopp med sammanvägt index.

	2019	2018	2017
Medeltimpris kr/timme, löpande prisläge	1 101	1 085	1 085
Medeltimpris kr/timme, löpande prisläge, efter anslagsjustering	1 101	1 093	1 083
Vägt index KPI och löneutveckling ¹⁾	-4,8%	-2,5%	0,0%
Medeltimpris kr/timme, prisläge 2017, baserat på vägt index	1 049	1 066	1 083

I ovanstående tabell framgår att medeltimpriset i reala belopp har sjunkit för 2019 med 17 kr (1,9 procent).

4.5.2 Debiteringsgrad på forskningsavdelning

FOI använder debiteringsgrad och forskningsgrad för att styra och följa upp forskningsavdelningarnas verksamhet. Det är etablerade mått för tjänsteproducerande verksamhet. Genom att använda dessa mått kan myndigheten styra balansen mellan forskarnas arbete mot extern uppdragsgivare och kompetensutvecklande verksamhet bättre. Det är en strategisk fråga såväl för organisationen som för den enskilde forskaren att utrymme ges för kompetensutveckling, då det är en nödvändighet för en forskningsorganisations långsiktiga fortlevnad.

Debiteringsgrad mäter andelen externt debiterade timmar³¹ av det totala antalet arbetade timmar i forskningsverksamheten. Här ingår endast timmar som genomförs av FOI-anställd personal.

I måttet *forskningsgrad* tas, förutom externt debiterbara timmar, även hänsyn till timmar i forskningsnära verksamhet. Som exempel på forskningsnära verksamhet kan nämnas strategisk kompetensuppbyggnad, bl.a. mot nya forskningsområden samt individuell kompetensutveckling kontakter med uppdragsgivare och tidigt offertarbete. Detta mått ger en mer korrekt bild av den verksamhet FOI bedriver mot extern uppdragsgivare.

Tabell: Debiteringsgrad och forskningsgrad i procent för forskningsavdelningarna

	2019	2018	2017
Debiteringsgrad, forskningsavdelningarna ¹⁾	78,4%	75,5%	77,6%
Andel forskningsnära verksamhet, ex.vis. satsningar i strategiska internt finansierade projekt på forskningsavdelningarna ¹⁾	4,4%	7,8%	6,3%
Forskningsgrad, forskningsavdelningarna ¹⁾	82,8%	83,4%	83,9%

¹⁾ Beräkningen av debiteringsgrad och forskningsgrad utgår från FOI:s organisation fr.o.m. 2017-01-01 då viss administrativ personal hade flyttats till forskningsavdelningarna.

Som framgår av ovanstående tabell har debiteringsgraden på FOI:s forskningsavdelningar för 2019 ökat med 2,9 procentenheter jämfört med 2018. Andelen forskningsnära verksamhet däremot har minskat med 3,4 procentenheter mellan 2018 och 2019. Forskningsgraden, som ska ge utrymme för strategiska kompetenssatsningar uppgick till 82,8 procent, något under föregående år.

Att debiteringsgraden ökat 2019 jämfört med föregående år beror till stor del på att myndigheten under 2018 prioriterade internt finansierade strategiska kompetenssatsningar som en del av den forskningsnära verksamheten, samtidigt som viss extern verksamhet sköts fram till efterföljande år. Tack vare de tillförda anslagsmedlen 2019 om 20 mnkr för egeninitierad forskning, har en del av den strategiska kompetenssatsningen under året kunnat finansieras med externa medel.

³¹ I antal debiterbara timmar ingår även utförda timmar i FOI:s forskningsanläggningar.

4.5.3 Debiteringsgrad för FOI totalt

FOI följer även debiteringsgraden och forskningsgraden för myndigheten totalt. Dessa måttetal visar andelen forskartimmar av det totala antalet arbetade timmar på FOI, se tabell nedan. Till skillnad mot beräkning av debiteringsgrad och forskningsgrad på forskningsavdelning, ingår då även nedlagda timmar i central OH-verksamhet³² i totalt arbetade timmar. FOI har en intern styrmodell som innebär att administrativa och andra stödtjänster, såsom t.ex. juridik, inköp och IT, är centralt placerade. Dessa tjänster anpassas i dialog med myndighetsledningen och forskningsavdelningarna.

Tabell: Debiteringsgrad och forskningsgrad i procent för FOI

	2019	2018	2017
Debiteringsgrad, FOI totalt	67,6%	65,0%	67,4%
Andel forskningsnära verksamhet ex.vis. satsningar i strategiska internt finansierade projekt på FOI totalt	4,1%	7,1%	5,7%
Forskningsgrad, FOI totalt	71,7%	72,1%	73,0%
Ledning och stöd	28,3%	27,9%	27,0%

Av ovanstående tabell framgår att debiteringsgraden för FOI totalt har ökat med 2,6 procentenheter jämfört med 2018, samt att forskningsgraden ligger i nivå med föregående år. Den ökade debiteringsgraden och lägre andelen för forskningsnära verksamhet hänger samman med att strategiska kompetenssatsningar för att stödja ominriktningen av försvaret under 2019 delvis kunnat finansieras med externa forskningsmedel. Samtidigt har efterfrågan på FOI:s forskning fortsatt ökat. Den något ökade andelen inom ledning och stöd hänger samman med den fortsatta tillsättningen av vakanser inom detta område.

4.5.4 Utveckling av FOI:s centrala OH-kostnader

FOI har valt att redovisa utvecklingen av centrala OH-kostnader i förhållande till omsättningen för att kunna följa effekten av genomförda anpassningar av stödverksamheten utifrån forskningens krav, se ovan.

Nedanstående tabell visar utvecklingen av FOI:s centrala OH-kostnader i löpande prisläge, samt omräknat med ett sammanvägt index. I begreppet centrala OH-kostnader ingår kostnader för central ledning och administration för exempelvis personal, juridik, ekonomi, IT och inköp. Kostnadsutvecklingen följer intäktsutvecklingen.

³² Följer Ekonomistyrningsverkets definition av OH-kostnader. Här ingår timmar i förvaltningsverksamhet på central nivå och myndighetsledning.

Tabell: Centrala OH-kostnader

Belopp i tkr	2019	2018	2017
Centrala OH-kostnader (löpande prisläge)	206 587	197 381	162 336
Centrala OH-kostnader i procent av totala intäkter enligt RR	16,5% 1 249 049	16,8% 1 172 556	14,5% 1 121 389
Vägt index KPI och löneutveckling	-4,8%	-2,5%	0,0%
Utveckling av centrala OH-kostnader prisläge 2017, baserat på vägt index	196 733	192 487	162 336

4.5.5 Grunder för bedömning av den interna styrningen och kontrollen

Enligt förordningen (2007:603) om intern styrning och kontroll samt ESV:s allmänna råd till 2 kap. 8 § FÅB (2000:605) bör myndigheten lämna en sammanfattande redovisning av vad som legat till grund för ledningens bedömning av den interna styrningen och kontrollen. Om myndigheten har redovisat brister i sin interna styrning och kontroll bör myndigheten lämna information om genomförda eller planerade åtgärder för varje redovisad brist.

I redovisningen kan myndigheten även lämna information om risker av väsentlig betydelse för ledningens ansvar för verksamheten och om vilka åtgärder myndigheten vidtar för att hantera dessa risker.

FOI:s arbete med intern styrning och kontroll (enligt förordning 2007:603) är helt integrerat i den ordinarie verksamhetsplaneringen. Arbetet är inordnat i ordinarie organisation, ansvarsförhållanden och arbetssätt inom myndigheten.

FOI har genomfört en omvärldsanalys som grund för riskanalyser, genomfört workshopar för att identifiera risker, identifierat befintliga kontrollåtgärder, beslutat om kompletterande åtgärder som bedömts nödvändiga samt följt upp och analyserat resultatet av de kompletterande åtgärderna.

För att tydliggöra intern styrning, befintliga kontroller och uppföljning av dessa har under 2019 även en inventering av kontroller och uppföljning av dessa per ansvarsområde genomförts, projektprocessen har setts över och myndighetens styrande dokument för hantering av intern styrning och kontroll har uppdaterats i enlighet med ändringar i förordningen och avseende internt arbetssätt på FOI.

Den nya säkerhetsskyddslag som trädde i kraft i april 2019, liksom Försvarmaktens föreskrifter på området, har påverkat myndigheten, bl.a. förlängs tidsutdräkten för myndighetens processer kring upphandlingar och krav på dokumentation och uppföljning av företag med vilka FOI ingått säkerhetsskyddsavtal har ökat.

Mot bakgrund av lagen om etikprövning samt lagen om ansvar för god forskningssed förbereds aktiviteter inför 2020 bl.a. ett nytt styrande dokument, ändrade arbetssätt, informationsspridning samt uppdatering av projekthandboken och andra processer.

Styrelsen har fått information och lägesrapporter om FOI:s arbete med implementering av förordningen om intern styrning och kontroll vid styrelsemöten.

FOI bedömer sammantaget att den interna styrningen och kontrollen vid myndigheten är betryggande.

4.6 Redovisning i samband med årsredovisning

Regleringsbrev

1.2 CBRN-forskning

Totalförsvarets forskningsinstitut ska bedriva forskning avseende skydd mot hot från CBRN-ämnen. [...] Totalförsvarets forskningsinstitut ska som expertorgan kunna ge berörda myndigheter och regeringen stöd och råd, t.ex. genom operativ medverkan eller som operativt expertstöd vid t.ex. hot om eller vid inträffade CBRN-händelser.

Redovisningen presenteras i bilaga 1 till årsredovisningen.

Regleringsbrev

1.3 Stöd rörande CBRN avseende nedrustnings- och ickespridningsfrågor

Totalförsvarets forskningsinstitut ska bistå Regeringskansliet (Utrikesdepartementet) med stöd rörande CBRN avseende nedrustnings- och ickespridningsfrågor. [...]

Totalförsvarets forskningsinstitut ska även ha beredskap att bistå de myndigheter som ansvarar för och deltar i svensk exportkontroll, även innefattande identifiering av de utmaningar Intangible Technology Transfer (ITT) innebär.

Redovisningen presenteras i bilaga 2 till årsredovisningen.

Regleringsbrev

1.4 Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys.

Totalförsvarets forskningsinstitut ska bedriva forskning och analysstöd inom det säkerhets- och försvarspolitiska området av betydelse för inriktningen av totalförsvaret och krisberedskapen.

Redovisningen presenteras i bilaga 3 till årsredovisningen.

Regleringsbrevet

1.6 Nedbrytning av intäkter

Återrapportering

Totalförsvarets forskningsinstitut ska redovisa en nedbrytning av totala intäkter av avgifter för tjänster per kund. Kundens fullständiga namn, landstillhörighet samt om det rör sig om offentlig eller privat kund ska framgå av redovisningen.

Redovisningen presenteras i separat rapport med beteckningen FOI-2020-225.

Regleringsbrev*3.7 Resultat- och verksamhetsöversikt*

Totalförsvarets forskningsinstitut ska, utifrån den utvecklade modellen som redovisats i årsredovisningen för 2018, fortsättningsvis inkomma med en redovisning avseende forskning som har genomförts, forskning som genomförs och framtida forskningsbehov till Regeringskansliet (Försvarsdepartementet). Redovisningen ska inkomma i samband med årsredovisningen.

Redovisningen presenteras i separat rapport med beteckningen FOI-RH—2224--SE

Regleringsbrev*3.9 Bidrag till genomförandet av handlingsplanen Kvinnor, fred och säkerhet 2016-2020*

Totalförsvarets forskningsinstitut ska bidra till genomförandet av den nationella handlingsplanen för genomförande av FN:s säkerhetsresolutioner om kvinnor, fred och säkerhet 2016-2020, regeringens beslut den 2016-04-20 (UD2016/07898/KH). En rapport om myndighetens genomförande av den nationella handlingsplanen ska lämnas i samband med årsredovisningen.

Redovisningen presenteras i separat rapport med beteckningen FOI-2018-2204:7

Enligt **förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter** ska det finnas ett miljöledningssystem på Totalförsvarets forskningsinstitut. En myndighet som ska ha ett miljöledningssystem ska årligen redovisa miljöledningsarbetet enligt formuläret i bilagan.

Redovisningen ska vara undertecknad av myndighetens chef och i samband med myndighetens årsredovisning ges in till det departement i Regeringskansliet som myndigheten hör till och till Naturvårdsverket.

Redovisningen av FOI:s miljöledningsarbete 2019 har rapporterats till Naturvårdsverket och redovisas i separat rapport med beteckningen FOI-2020-311.

5 Finansiell redovisning

5.1 Väsentliga uppgifter

Sammanställning väsentliga uppgifter 2019 (tkr, löpande priser)					
	2019	2018	2017	2016	2015
Låneram i Riksgäldskontoret					
beviljad låneram	125 000	125 000	100 000	125 000	125 000
utnyttjad låneram	102 122	105 869	87 990	90 046	90 210
Kontokrediter i Riksgäldskontoret					
beviljade kontokrediter	115 000	115 000	150 000	200 000	200 000
utnyttjade kontokrediter	46 546	7 055	41 086	104 673	101 481
Kostnader/intäkter räntekonto					
ränteintäkter	0	2	6	66	91
räntekostnader	129	392	314	83	21
Avgiftsfinansierad verksamhet¹⁾					
avgiftsintäkter resultatbudget i regleringsbrev	1 009 500	859 000	844 000	935 324	970 600
avgiftsintäkter, utfall	898 820	846 025	816 616	916 200	938 216
Anslagskredit					
beviljad anslagskredit	8 143	6 638	6 325	6 408	6 291
utnyttjad anslagskredit	16	2 007	0	0	0
Anslagssparande					
Summa anslagssparande ²⁾	3 258	2 237	5 332	9 059	4 875
Personal					
antal årsarbetskrafter ³⁾	857	821	792	824	896
medelantal anställda	905	877	848	870	948
Driftkostnader					
driftkostnader per årsarbetskraft ⁴⁾	1 410	1 410	1 352	1 278	1 219
driftkostnader efter eliminering av avsättningar ⁵⁾	1 403	1 410	1 352	1 281	1 219
Kapitalförändring					
balanserad kapitalförändring	73 862	97 752	80 207	38 629	26 561
årets kapitalförändring	1 055	-23 890	17 545	41 578	12 068

Noter till Väsentliga uppgifter

1) Enligt Regleringsbrev 2017 och 2018 består den avgiftsbelagda verksamheten av uppdragsfinansierad verksamhet exkl. bidrag och räntor. I jämförelsetalen för tidigare år ingår bidrag och räntor. Fr.o.m. 2019 ingår återigen bidrag och räntor i den avgiftsbelagda verksamheten.

2) I 2017 års anslagssparande ingick 683 tkr indragning, i 2016 års anslagssparande ingick 3 695 tkr indragning och i 2015 års anslagssparande ingick 258 tkr indragning av anslag.

3) Antalet årsarbetskrafter och medelantalet anställda har korregerats för år 2018.

4) Driftkostnader per årsarbetskraft har justerats för år 2018 som en följd av korrigering av antalet årsarbetskrafter.

5) Driftkostnaderna har korregerats med 5 656 tkr för upplupna sociala avgifter. År 2016 korregerades driftkostnaderna med 2 618 tkr för upplösta avsättningar.

5.2 Resultaträkning

RESULTATRÄKNING 2019-12-31

Intäkter/kostnader (tkr)	2019-01--12	2018-01--12
Verksamhetens intäkter		
Intäkter av anslag ¹	272 211	229 497
Intäkter av avgifter och andra ersättningar ²	898 820	846 025
Intäkter av bidrag ³	77 248	95 735
Finansiella intäkter ⁴	770	1 299
Summa Verksamhetens intäkter	1 249 049	1 172 556
Verksamhetens kostnader		
Kostnader för personal ⁵	-850 242	-792 056
Kostnader för lokaler	-133 889	-123 752
Övriga driftkostnader ⁶	-224 269	-241 921
Finansiella kostnader ⁷	-570	-919
Avskrivningar och nedskrivningar ⁸	-39 024	-37 798
Summa Verksamhetens kostnader	-1 247 994	-1 196 446
Verksamhetsutfall ⁹	1 055	-23 890
Transfereringar ¹⁰		
Erhållna medel fr mynd. för finansiering av bidrag	4 811	5 267
Övriga erhållna medel för finansiering av bidrag	-856	255
Lämnade bidrag	-3 955	-5 522
Summa transfereringar	0	0
Årets kapitalförändring	1 055	-23 890

5.3 Balansräkning

BALANSRÄKNING 2019-12-31

Tillgångar/Kapital och skulder (tkr) per	2019-12-31	2018-12-31
Tillgångar		
Immateriella anläggningstillgångar ¹¹		
Rättigheter och andra imm. anläggningstillgångar	3 314	4 560
	3 314	4 560
Materiella anläggningstillgångar ¹²		
Förbättringsutgifter på annans fastighet	11 052	12 792
Maskiner, inventarier, installationer m.m.	99 309	88 510
Pågående nyanläggningar	226	90
Förskott avseende materiella anläggningstillgångar	0	922
	110 587	102 314
Varulager m.m.		
Förskott till leverantörer	91	905
	91	905
Kortfristiga fordringar		
Kundfordringar ¹³	10 223	12 004
Fordringar hos andra myndigheter ¹⁴	249 622	242 902
Övriga kortfristiga fordringar	-8	10
	259 837	254 916
Periodavgränsningsposter		
Förutbetalda kostnader ¹⁵	39 232	38 824
Upplupna bidragsintäkter ¹⁶	3 735	12 953
Övriga upplupna intäkter ¹⁷	51 619	36 438
	94 586	88 215
Avräkning med statsverket ¹⁸		
Avräkning med statsverket	-3 257	3 565
	-3 257	3 565
Kassa och bank		
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret ²³	35 599	7 226
Kassa och bank ²⁴	10 752	10 221
	46 351	17 447
Summa Tillgångar	511 509	471 922
Kapital och skulder		
Myndighetskapital ¹⁹		
Balanserad kapitalförändring	73 862	97 752
Kapitalförändring enligt resultaträkning ⁹	1 055	-23 890
	74 917	73 862
Avsättningar		
Avsättningar för pensioner och liknande förpliktelser ²⁰	2 627	2 936
Övriga avsättningar ²¹	15 203	13 735
	17 830	16 671
Skulder m.m.		
Lån i Riksgäldskontoret ²²	102 122	105 869
Kortfristiga skulder till andra myndigheter ²⁵	29 773	24 847
Leverantörsskulder	87 968	51 874
Övriga kortfristiga skulder ²⁶	24 891	24 424
	244 754	207 014
Periodavgränsningsposter		
Upplupna kostnader ²⁷	74 884	71 640
Oförbrukade bidrag ²⁸	44 796	54 165
Övriga förutbetalda intäkter ²⁹	54 328	48 570
	174 008	174 375
Summa Kapital och skulder	511 509	471 922
Ansvarsförbindelser ³⁰	124 293	136 776

5.4 Anslagsredovisning

5.4 Anslagsredovisning 2019-12-31

Utgiftsområde/Anslag/Anslagspost, tkr	Ingående överföringsbelopp 2019	Årets tilldelning enligt RB	Omdisponerat anslags-belopp ⁴⁾	Indragning	Totalt disponibelt belopp 2019	Utfall 2019-12-31	Utgående överföringsbelopp 2019
Försvar och samhällets krisberedskap							
Fö 1:9 Totalförsvarets forskningsinstitut							
ap.1 Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys	-1 532	68 021	19 754		86 243	85 804	439
ap.2 Forskning inom CBRN-området	2 237	142 491	-18 891		125 837	123 406	2 432
ap.3 Polisens verksamhetsområden	-154	6 551	-1 420		4 977	4 782	195
ap.4 Internationell verksamhet	-25	13 575	557		14 107	13 915	192
Summa anslag 1:9¹⁾	527	230 638	0	0	231 165	227 907	3 258
Internationell samverkan							
UD 1:6 Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik och nedrustning							
Kärnvapen	0	12 400			12 400	11 899	501
Biologiska vapen	0	2 400			2 400	2 445	-45
Kemiska vapen	0	1 900			1 900	2 439	-539
Rymd- och missilfrågor	-34	1 100			1 066	1 105	-39
Vidmakthållande av grundkompetens och infrastruktur inom CBRN-området	-262	23 000			22 738	22 632	106
Summa anslag 1:6 ap.4²⁾	-296	40 800	0	0	40 504	40 520	-16
Rikets styrelse							
Ku 6:1 Allmänna val och demokrati							
ap.2 Allmänna val och dem - Väna demokratin	0	3 800	0	0	3 800	3 785	15
Summa anslag 6:1 ap.2³⁾	0	3 800	0	0	3 800	3 785	15
SUMMA ANSLAG	230	275 238	0	0	275 468	272 211	3 257

¹⁾ Enligt villkor i Fö RB 2019, 2018-12-20, punkt 4.3 Finansiella villkor för anslag 1:9, får motsvarande 3 % sparas av anslaget för ap.1, ap.2, ap.3 och ap.4 samt anslagskredit motsvarande 3 % utnyttjas. Utgående överföringsbelopp från 2019 för ap.1, ap.2 och ap.4 är inom ramen för tillåtet anslagssparande och anslagskredit. För ap.3 överstiger anslagsbehållningen tillåtet sparande med 41 tkr.

²⁾ Enligt villkor i UD RB 2019, 2018-12-18, ska ap.4 motsvarande 40 800 tkr fördelas enligt ovan. Av beslutet framgår även att ap.4 får utnyttja en anslagskredit på motsvarande 3 % (1 224 tkr). Utgående överföringsbelopp är inom ramen för denna kredit

³⁾ Enligt villkor i Ku RB 2019, 2018-12-20, punkt 4.3 Finansiella villkor får anslagsbehållning inte disponeras och någon anslagskredit inte nyttjas.

⁴⁾ I regeringsbeslut 2019-03-07 omfördelades FOI:s ramanslag från Försvarsdepartementet mellan anslagsposterna till följande belopp: 87 775 tkr för ap.1, 123 600 tkr för ap.2, 5 131 tkr för ap.3 och 14 132 tkr för ap.4.

5.5 Avgiftsbelagd verksamhet

Verksamhet	+ / - t.o.m. 2017	+ / - 2018	Intäkter 2019 ³⁾	Kostnader 2019 ³⁾	+ / - 2019	Ack + / - utgående 2019
Avgiftsbelagd verksamhet, tkr						
Uppdragsfinansierad verksamhet inkl. bidrag och räntor¹⁾	94 843	-26 180	937 581	938 910	-1 329	67 334
Tjänsteexport²⁾	2 909	2 290	39 257	36 873	2 384	7 583
Summa	97 752	-23 890	976 838	975 783	1 055	74 917

¹⁾ Fr.o.m. årsredovisning 2019 innefattar resultatet från avgiftsbelagd verksamhet även bidragsverksamhet och räntor. I årsredovisningen för 2018 och 2017 ingick ej bidragsverksamheten och räntor i sammanställningen av avgiftsbelagd verksamhet.

²⁾ Ackumulerat belopp t.o.m. 2017 för Tjänsteexport, avser endast åren 2013 t.o.m. 2017.

³⁾ 2019 års intäkter och kostnader i den avgiftsfinansierade verksamheten understeg regeringens budget i regleringsbrevet för 2019 med drygt 30 mnkr respektive knappt 60 mnkr. Avvikelsema beror huvudsakligen på den relativa bristen på personal i förhållande till det höga efterfrågetrycket. Se även avsnitt 3.2.

5.6 Tilläggsupplysningar och noter

5.6.1 Redovisning- och värderingsprinciper

Årsredovisningen är upprättad i enlighet med Förordning (2000:605) om myndigheters årsredovisning och budgetunderlag. Vid upprättandet av årsredovisning och bokslut har försiktighetsprincipen tillämpats.

Vid den löpande bokföringen under året har bestämmelserna i Förordning (2000:606) om myndigheters bokföring beaktats och god redovisningssed har tillämpats. Tillämpade redovisnings- och värderingsprinciper är i stort sett oförändrade i förhållande till föregående år.

5.6.2 Brytdag

FOI har tillämpat 5 januari som brytdag för den löpande bokföringen i enlighet med Förordning (2000:606) om myndigheters bokföring.

5.6.3 Värdering av fordringar och skulder

Kundfordringar värderas löpande under året. Det innebär att fordringarna bokförs som osäkra kundfordringar eller befarade kundförluster efter att fakturans förfallodatum har passerats och efter att ingen inbetalning har skett efter påminnelse. Detta sker löpande under året. I årsbokslutet upptagna kundfordringar har därmed värderats till de belopp som beräknas inflyta.

Som förskott från kunder bokförs erhållna, men ännu ej upparbetade medel. Redovisning som förskott kräver att det i avtalet med kunden finns angett att FOI har rätt att erhålla förskott.

Fordringar och skulder i utländsk valuta har värderats till balansdagens kurs.

5.6.4 Periodavgränsningsposter

Förutbetalda kostnader utgörs av utgifter som bokförts och betalats under räkenskapsåret, men avser kommande räkenskapsår, främst hyror, men även serviceavtal och datalicenser.

Som upplupna bidragsintäkter har bokförts nedlagda kostnader som inte motsvaras av erhållna bidrag. Bokföringen förutsätter att skriftlig överenskommelse finns.

Intäkter för externa projekt avräknas löpande. Det innebär att intäkter motsvarande kostnaderna på de externa projekten bokförs löpande som upplupna intäkter. Värdering av de upplupna intäkterna görs i samband med månadsuppföljning och vid årsbokslut. För prospekt gäller att samtliga upplupna intäkter nedvärderas i samband med värdering.

Upplupna kostnader utgörs av myndighetens skuld till personalen i form av outtagen semester, outtagen kompensation för övertid och retroaktiva löner, inklusive sociala avgifter, och har bokförts utifrån underlag från det personaladministrativa systemet. Upplupna kostnader utgörs också av kostnader för material och tjänster där faktura har inkommit efter brytdagen, och andra av myndigheten kända, men ej fakturerade kostnader. FOI tillämpar beloppsgränsen 100 000 kronor vid periodisering.

Som oförbrukade bidrag har bokförts från bidragsgivare erhållna, men ännu ej upparbetade medel.

I samband med årsbokslutet värderas intäkterna. I de fall erhållna intäkter från kund överstiger nedlagda kostnader bokförs dessa som förutbetalda intäkter.

5.6.5 Värdering av immateriella anläggningstillgångar

Under året har anskaffade immateriella anläggningstillgångar värderats till anskaffningskostnad. Som immateriell anläggningstillgång upptas anskaffningar till ett anskaffningsvärde av 500 000 kr och däröver, samt med en beräknad ekonomisk livslängd om 3 år eller längre, dock högst fem år. Även tillgångar till ett lägre anskaffningsvärde kan aktiveras.

Varje anläggningstillgång bedöms efter dess ekonomiska livslängd och avskrivningstiden anpassas därefter. Linjär avskrivningsmetod tillämpas i avskrivningsplanerna. Avskrivning görs från och med den tidpunkt då tillgången kan tas i bruk för avsedd verksamhet och sker månadsvis.

5.6.6 Värdering av materiella anläggningstillgångar

Under året har anskaffade materiella anläggningstillgångar värderats till anskaffningskostnad. Som materiell anläggningstillgång upptas anskaffningar till ett anskaffningsvärde av ett halvt prisbasbelopp och däröver, samt med en beräknad ekonomisk livslängd om 3 år eller längre.

Varje anläggningstillgång bedöms efter dess ekonomiska livslängd och avskrivningstiden anpassas därefter. Linjär avskrivningsmetod tillämpas i avskrivningsplanerna. Avskrivning görs från och med den tidpunkt då tillgången kan tas i bruk för avsedd verksamhet och sker månadsvis.

5.6.7 Uppgifter om ersättning m.m. till styrelseledamöter och ledande befattningshavare

Enligt Förordning (2000:605) om årsredovisning och budgetunderlag, 7 kap 2 § redovisas i det följande de skattepliktiga ersättningar och andra förmåner som betalats ut under räkenskapsåret till ledamöter i FOI styrelse samt generaldirektör och överdirektör. Upplysningar lämnas även om personernas uppdrag som styrelse- eller rådsledamot i andra statliga myndigheter samt uppdrag som styrelseledamot i aktiebolag. Inga framtida förmåner har avtalats med dessa personer.

Yvonne Gustafsson t.o.m. 2019-09-30

Styrelseordförande FOI, arvode 45 tkr
Styrelseordförande FMV
Styrelseordförande Riksgäldskontoret
Styrelseordförande SIDA
Styrelseledamot Socialstyrelsen
Styrelseledamot Sjöfartsverket
Styrelseledamot E-hälsomyndigheten

Björn von Sydow fr.o.m. 2019-10-01

Styrelseordförande FOI, arvode 15 tkr

Eva Lindencrona Ohlin

Vice ordförande FOI styrelse, arvode 30 tkr
Styrelseledamot Telo-konsult AB

Hans Hentzell

Styrelseledamot FOI, arvode 30 tkr
Styrelsens ordförande i Ligna Energy AB
Styrelseledamot OBOE IPR AB
Styrelseledamot Ynvisible Production AB

Mats Leijon

Styrelseledamot FOI, arvode 30 tkr
Styrelseledamot vid högskolan i Gävle
Ordförande i Energy Potential AB och Current Power AB
Styrelseledamot i Vertical Wind AB
Ordförande och VD i Leijon Engineering AB

Helena Thunander Holmstedt

Styrelseledamot FOI, arvode 30 tkr
Ledamot i styrelsen för Södersjukhuset AB
Ledamot i styrelsen för Södertälje sjukhus AB
Ledamot i styrelsen för Danderyds sjukhus AB
Ledamot i styrelsen för Riksgäldskontoret

Jan-Olof Lind t.o.m. 2019-01-23

Generaldirektör, total ersättning 92 tkr
Styrelseledamot FOI

Jens Mattsson fr.o.m. 2019-08-12

Generaldirektör, total ersättning 531 tkr
Styrelseledamot FOI
SVA insynsråd

Anna-Lena Österborg

Överdirektör, total ersättning 1 101 tkr
Styrelseledamot Transportstyrelsen

5.6.8 Noter till Resultaträkning

Beloppen nedan anges i tkr.

◆ Not 1 Intäkter av anslag*

	2019	2018
Utgiftsområde 6 Försvar och samhällets krisberedskap.		
Anslag 1:9	227 906	184 601
Utgiftsområde 5 Internationell samverkan. Anslag 1:6, ap.4 Forskning, utredningar och andra insatser rörande säkerhetspolitik, nedrustning och icke-spridning	40 520	41 096
Utgiftsområde 1 Rikets styrelse. Anslag 6:1, ap.2 Allmänna val och dem – Värna demokratin	3 785	3 800
Summa	272 211	229 497

*För specifikation av enskilda anslagsposter, se Anslagsredovisning.

◆ Not 2 Intäkter av avgifter och ersättningar fördelade på kundkategorier

	2019	2018
Försvarsmakten	668 124	536 981
Försvarets materielverk	99 516	184 950
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	20 126	25 978
Försvarshögskolan	1 169	996
Övriga statliga myndigheter och affärsverk	57 904	55 591
Övriga svenska kunder	19 419	17 140
Övriga utländska kunder	32 562	24 389
Summa	898 820	846 025

- Av den totala summan avgifter och ersättningar ingår intäkter av royalty, patent och uppfinningsverksamhet enligt följande:

Intäkter av royalty, patent och uppfinningsverksamhet	229	235
Summa	229	235

Av den totala summan avgifter och ersättningar ingår avgifter uttagna i enlighet med § 4 avgiftsförordningen enligt följande:

Försäljning av rapporter/publ.	213	177
Intäkter av lokaler/anläggningar	6 476	10 246
Intäkter av utrustning	21	13
Resurssamordning	8 516	7 670
Summa	15 226	18 106

Tjänsteexport:		
Intäkter	39 257	22 889
Kostnader	-36 873	-20 599
Summa	2 384	2 290

Tjänsteexporten består främst av forskning inom ett flertal forskningsområden, men även av provningsverksamhet och utredningar.

◆ Not 3 Intäkter av bidrag

	2019	2018
Bidrag från statliga myndigheter	54 630	63 803
Bidrag från privata organisationer och EU	22 451	31 780
Lönebidrag	167	152
Summa	77 248	95 735

◆ Not 4 Finansiella intäkter

	2019	2018
Valutakursvinster	364	768
Ränteintäkter räntekontot	0	2
Intäkter från lån till AT	263	479
Ränteintäkter på kundfordringar	11	7
Övriga ränteintäkter	132	43
Summa	770	1 299

◆ Not 5 Kostnader för personal

	2019	2018
Lönekostnader	531 298	503 630
-varav arvoden styrelsen	180	210
-varav övriga arvoden	1 341	657
Sociala avgifter enligt lag och avtal exkl. myndighetens pensionsåtagande	295 609	262 761
Myndighetens pensionskostnad	1 338	1 296
Övriga personalkostnader, t.ex. företagshälsovård, kurser- och konferensavgifter, traktamenten	21 997	24 369
Summa	850 242	792 056

Årets avsättning (0,3 % av bruttolönesumman) för kompetensutveckling uppgår till 1 598 tkr. 2018 uppgick avsättningen till 1 506 tkr. I sociala avgifter 2019 ingår retroaktiva premier med 5 656 tkr.

◆ Not 6 Övriga driftkostnader

	2019	2018
Resekostnader (exkl. traktamenten och skattepl. ersättningar)	25 540	24 363
Inköp av varor	67 935	85 799
Externa tjänster	92 447	92 060
Övriga kostnader	38 347	39 699
Summa	224 269	241 921

Inköp av varor har minskat 2019 jämfört med 2018. Det är främst inköp av varor inom forskningsverksamheten minskningen skett.

◆ Not 7 Finansiella kostnader

	2019	2018
Räntekostnader räntekontot	129	392
Övriga räntekostnader	39	21
Kostnader för dröjsmålsränta på leverantörsskulder	25	184
Övriga finansiella avgifter	71	49
Kursförluster av verksamhetskaraktär	313	283
Övr finansiella avg. periodiserat	-7	-10
Summa	570	919

◆ Not 8 Av-/nedskrivningar

	2019	2018
Avskrivningar för lånefinansierade anläggningstillgångar	39 024	37 798
Summa	39 024	37 798

◆ Not 9 Årets kapitalförändring

	2019	2018
Över-/underskott i den		
- avgiftsfinansierade verksamheten	9 415	-25 077
- bidragsfinansierade verksamheten	-8 360	1 187
Summa	1 055	-23 890

◆ Not 10 Transfereringar

	2019	2018
Erhållna bidrag från myndigheter	6 593	4 721
Återbetalning av bidrag till myndigheter	-1 383	-3 557
Periodisering bidrag från myndigheter	-399	4 103
Erhållna bidrag från EU	-856	255
Lämnade bidrag till myndigheter	-4102	-4 570
Återbetalning av bidrag från myndigheter	881	48
Lämnade bidrag till kommuner	-349	-290
Lämnade bidrag till privata företag	-385	-710
Summa	0	0

5.6.9 Noter till Balansräkning

Beloppen nedan anges i tkr.

◆ Not 11 Immateriella anläggningstillgångar

Immateriella anläggningstillgångar består av köpta och egentillverkade datorprogram/-system som ägs och kontrolleras av myndigheten. Avskrivningstider för immateriella AT uppgår till högst fem år. Se även avsnitt 5.6.5. 2018:s siffror har justerats i enlighet med balansräkningen.

Balanserade utgifter för egenutvecklade datasystem	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	2 230	2 230
UB Anskaffningsvärde	2 230	2 230
IB Avskrivningar	-2 230	-2 230
UB Avskrivningar	-2 230	-2 230
Summa bokfört värde	0	0
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	8 531	5 691
Årets anskaffningar	0	2 839
UB Anskaffningsvärde	8 531	8 531
IB Avskrivningar	-3 970	-3 038
Årets avskrivningar	-1 247	-932
UB Avskrivningar	-5 217	-3 970
Summa bokfört värde	3 314	4 560

◆ Not 12 Materiella anläggningstillgångar

Generella avskrivningstider för anläggningstillgångar framgår nedan. Se även avsnitt 5.6.6. Under hösten har fysisk inventering genomförts på avdelning Forskningsstöd sektion Fastighet i Grindsjön samt avdelningen Forsvars och säkerhetssystem enhet Marina system vid verkstaden. 2018:s siffror har justerats i enlighet med balansräkningen.

Datorer, kontorsmaskiner	3 år
Maskiner, instrument, personbilar, båtar, släpfordon	5 år
Verkstadsmaskiner, specialfordon, lastbilar, möbler	10 år
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Avskrivningstiden anpassas till hyresavtalets löptid.

Förbättringsutgifter på annans fastighet	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	48 372	43 945
Årets anskaffningar	682	4 582
Årets försäljning/utrangering	-471	-155
UB Anskaffningsvärde	48 583	48 372
IB Avskrivningar	-35 580	-33 846
Årets avskrivningar	-2 422	-1 888
Årets försäljning/utrangering	471	154
UB Avskrivningar	-37 531	-35 580
Summa bokfört värde	11 052	12 792

Maskiner och tekniska anläggningar	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	346 157	336 278
Årets anskaffningar	25 710	14 873
Årets försäljning/utrangering	-2 373	-5 610
Periodens omföringar	28	616
UB Anskaffningsvärde	369 522	346 157
IB Avskrivningar	-289 922	-273 225
Årets avskrivningar	-20 185	-22 253
Årets försäljning/utrangering	2 369	5 556
UB Avskrivningar	-307 738	-289 922
Summa bokfört värde	61 784	56 235

Datorer och kringutrustning	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	165 225	157 492
Årets anskaffningar	14 703	14 595
Årets försäljning/utrangering	-5 458	-6 862
Periodens omföring	61	0
UB Anskaffningsvärde	174 531	165 225
IB Avskrivningar	-143 048	-139 518
Årets avskrivningar	-12 509	-10 392
Årets försäljning/utrangering	5 440	6 862
UB Avskrivningar	-150 117	-143 048
Summa bokfört värde	24 414	22 177

Kontorsmaskiner	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	3 787	3 736
Årets anskaffningar	0	149
Årets försäljning/utrangering	-96	-98
UB Anskaffningsvärde	3 691	3 787
IB Avskrivningar	-3 573	-3 585
Årets avskrivningar	-72	-87
Årets försäljning/utrangering	96	99
UB Avskrivningar	-3 549	-3 573
Summa bokfört värde	142	214

Bilar och transportmedel	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	16 515	15 462
Årets anskaffningar	3 749	1 053
Årets försäljning/utrangering	-318	0
UB Anskaffningsvärde	19 946	16 515
IB Avskrivningar	-13 231	-12 151
Årets avskrivningar	-1 259	-1 080
Årets försäljning/utrangering	318	0
UB Avskrivningar	-14 172	-13 231
Summa bokfört värde	5 774	3 284

Övriga inventarier	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	12 930	12 907
Årets anskaffningar	41	57
Årets försäljning/utrangering	-402	-34
UB Anskaffningsvärde	12 569	12 930
IB Avskrivningar	-10 838	-10 336
Årets avskrivningar	-533	-536
Årets försäljning/utrangering	359	34
UB Avskrivningar	-11 012	-10 838
Summa bokfört värde	1 557	2 092

Fartyg och flygplan	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	794	781
Årets anskaffningar	0	25
Årets försäljning/utrangering	0	-12
UB Anskaffningsvärde	794	794
IB Avskrivningar	-769	-774
Årets avskrivningar	-2	-6
Årets försäljning/utrangering	0	11
UB Avskrivningar	-771	-769
Summa bokfört värde	23	25

Möbler och inventarier	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	17 213	16 302
Årets anskaffningar	1 929	2 103
Årets försäljning/utrangering	-1 109	-1 192
UB Anskaffningsvärde	18 033	17 213
IB Avskrivningar	-12 730	-13 284
Årets avskrivningar	-795	-622
Årets försäljning/utrangering	1 107	1 176
UB Avskrivningar	-12 418	-12 730
Summa bokfört värde	5 615	4 483

Pågående nyanläggningar	2019	2018
IB Anskaffningsvärde	90	616
Årets anskaffningar	225	90
Årets omföringar	0	-616
UB Anskaffningsvärde	315	90
Periodens omföringar	-89	0
Summa bokfört värde	226	90
Förskott avseende materiella anläggningstillgångar	2019	2018
Lämnade förskott anläggnings-tillgångar	0	922
Avyttring anläggningstillgångar	2019	2018
Intäkt försäljning anl.tillgångar	84	8
Restvärde utrang. anl.tillgångar	-67	-70
Realisationsförlust/vinst (netto)	17	-62

◆ Not 13 Kundfordringar

Under denna post tas enbart fordringar på kunder utanför staten upp. Under 2019 har 37 tkr bokförts som återvunnen kund-förlust, en tidigare befarad kundförlust om 327 tkr konstaterades samt 870 tkr bokfördes som osäker kundfordring.

	2019	2018
Svenska kunder	6 375	7 242
Utländska kunder	4 719	5 125
Värdereglering	-871	-363
Summa	10 223	12 004

◆ Not 14 Fordringar hos andra myndigheter

	2019	2018
Försvarmakten	183 431	157 131
Försvarets materielverk	14 252	37 458
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	11 046	15 355
Försvarshögskolan	11	413
Övriga statliga myndigheter och affärsverk	19 510	10 364
Mervärdesskatt	21 372	22 181
Summa	249 622	242 902

◆ Not 15 Förutbetalda kostnader

	2019	2018
Förutbetalda hyror	25 381	24 877
Licenser och underhållsavtal	10 748	12 056
Förutbetalda övriga kostnader (telefon, prenumerationer, resor m.m.)	3 103	1 891
Summa	39 232	38 824

◆ Not 16 Upplupna bidragsintäkter

	2019	2018
Övriga statliga myndigheter	633	1 023
Övriga svenska kunder	0	935
EU	1 763	9 448
Övriga utländska kunder	1 339	1 547
Lönebidrag	0	0
Summa	3 735	12 953

◆ Not 17 Övriga upplupna intäkter

	2019	2018
Försvarmakten	14 931	3 237
Försvarets materielverk	13 669	23 681
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	48	6
Övriga statliga myndigheter och affärsverk	2 227	388
Övriga svenska kunder	7 524	4 381
Övriga utländska kunder	13 220	4 745
Summa	51 619	36 438

◆ Not 18 Avräkning med statsverket

	2019	2018
Anslag i icke räntebärande flöde		
Redovisat mot anslag:		
KU 6:1	3 785	3 800
Betalningar i icke räntebärande flöde	-3 800	-5
Anslag i räntebärande flöde		
Ingående balans	-230	-5 332
Redovisat mot anslag:		
- Fö 1:9	227 906	184 602
- UD 1:6	40 520	41 096
Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-271 438	-221 279
Återbetalning av anslagsmedel	0	683
Summa	-3 257	3 565

I januari 2019 har 3 795 tkr omförts från icke räntebärande flödet till räntebärande flödet.

Not 19 Myndighetskapi-tal

Specifikation av myndighetskapi-tal

	Balanserad kap.förändr. Avgiftsfin. verksamhet	Balanserad kap.förändr. Bidragsfin. verksamhet	Kapital-förändr. enl. RR	Summa
UB 2018	117 977	-20 225	-23 890	73 862
A. IB 2019	117 977	-20 225	-23 890	73 862
2018 års kapital-förändring	-25 077	1 187	23 890	0
Årets kapitalför-ändring			1 055	1 055
B. Summa årets förändring	-25 077	1 187	24 945	1 055
C. UB 2019	92 900	-19 038	1 055	74 917

◆ Not 20 Avsättning för pensioner och liknande förpliktelser

Pensionsavsättningar	2019	2018
Ingående avsättning	2 936	4 727
Årets pensionskostnad	1 338	1 296
Årets pensionsutbetalning	- 1 647	-3 087
Utgående avsättning	2 627	2 936

Vid ingången av året hade FOI en pensionsförpliktelse, denna har avslutats under året. Dessutom har FOI femton delpensionsförpliktelser, nio har avslutats under året och fem har tillkommit.

◆ Not 21 Övriga avsättningar

Övriga avsättningar	2019	2018
Återställningskostnader Kista	4 265	4 191
Ackumulerad avsättning för kompetensutveckling (not 5)	4 921	3 527
Övriga avsättningar	6 017	6 017
Summa	15 203	13 735

◆ Not 22 Lån i Riksgälden

	2019	2018
IB, Skuld till Riksgälden	105 869	87 990
Under året upptagna lån	38 435	50 557
Årets amorteringar	-42 182	-32 678
UB, Skuld till Riksgälden	102 122	105 869

Avstämning lånefinansierade anläggningstillgångar:

UB, Skuld till Riksgälden	-102 122
UB, Anläggningstillgångar	112 513
Avgår ej lånefinansierade AT	-113
Avskrivningar/nedskrivningar period 201812	3 512
Differensen utgörs av nyanskaffningar och utrangeringar efter upplåning	13 790

Låneramen för året uppgår enligt 2019 års regleringsbrev till 125 000 tkr (125 000 tkr).

◆ Not 23 Behållning/kredit ränkekonto Riksgälden

	2019	2018
Behållning på Ränkekonto hos Riksgäldskontoret	35 599	7 226
Under perioden har behållningen på ränkekonto i genomsnitt varit	51 172	77 813
Högsta saldot har varit	156 332	174 715
Lägst saldot har varit	-46 546	-7 055
Antal dagar med positivt saldo	305	364
Antal dagar med negativt saldo	60	1
Kreditutrymme på ränkekonto uppgår till	-115 000	-115 000

◆ Not 24 Kassa och bank

	2019	2018
Behållning valutakonto		
Danske Bank	10 752	10 221
Summa	10 752	10 221

Behållningen på valutakonto avser ännu ej utbetalda medel till samarbetspartners och ränta på valutakonton för EU-projekt där FOI är koordinator.

◆ Not 25 Kortfristiga skulder till andra myndigheter

	2019	2018
Leverantörsskulder	13 407	9 375
Skuld SPV (premier avtalsförsäkringar)	0	5
Skuld SKV (arbetsgivaravgifter, särskild löneskatt)	14 239	13 628
Mervärdesskatt	2 127	1 839
Summa	29 773	24 847

◆ Not 26 Övriga kortfristiga skulder

	2019	2018
Skuld personalens källskatt	14 139	13 946
EU-medel för transferering ¹⁾	10 752	10 221
Övriga skulder	0	257
Summa	24 891	24 424

¹⁾ Se även not 24.

◆ Not 27 Upplupna kostnader

I Upplupna lönekostnader ingår kostnader för retroaktiva löner.

	2019	2018
Upplupen semesterlöneskuld (inklusive lönebikostnader)	56 672	57 388
Upplupna lönekostnader	17 457	12 203
Erhållna medel för transferering till inomstatliga partners		0
Upplupna kostnader för varor och tjänster	755	2 049
Summa	74 884	71 640

◆ Not 28 Oförbrukade bidrag

	2019	2018
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	3 554	16 017
FHS	0	0
Övriga statliga myndigheter	20 230	12 936
Övriga svenska kunder	905	1 024
EU	19 240	23 829
Övriga utländska kunder	867	359
Summa	44 796	54 165

De oförbrukade bidragen från annan statlig myndighet förväntas tas i anspråk inom följande tidsintervall:

Inom tre månader	4 870
Mer än tre månader till ett år	11 299
Mer än ett år till tre år	5 054
Mer än tre år	10

I oförbrukade bidrag ingår medel som ska transfereras vidare med 2 551 tkr (2 152 tkr).

◆ Not 29 Övriga förutbetalda intäkter

	2019	2018
Försvarsmakten	18 220	6 790
Försvarets materielverk	16 706	18 096
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap	3 408	3 662
Försvarshögskolan	21	1
Övriga statliga myndigheter och affärsverk	5 602	4 733
Övriga svenska kunder	3 528	4 014
Övriga utländska kunder	6 843	11 274
Summa	54 328	48 570

◆ Not 30 Ansvarsförbindelser

	2019	2018
FOI har förbundit sig att till hyresvärden Fortifikationsverket erlagga belopp enligt nedan vid avflyttning från anläggningarna:		
Grindsjön	52 614	55 687
Hagfors	216	226
Djupviken	229	250
Lilla Gåra	148	170
Älvdalen	47	53
Till hyresvärden Specialfastigheter erlagga belopp för anläggningen i Umeå:		
Umeå	71 039	80 390
Summa ansvarsförbindelser	124 293	136 776

Vi bedömer att den interna styrningen och kontrollen vid myndigheten har varit betryggande under den period som årsredovisningen avser.

Vi intygar att årsredovisningen ger en rättvisande bild av verksamhetens resultat samt av kostnader, intäkter och myndighetens ekonomiska ställning.

Stockholm 2020-02-18

BJÖRN VON SYDOW
Styrelseordförande

JENS MATTSSON
Generaldirektör

TAHA HIRBOD ALEXANDERSSON

ULF HAMMARSTRÖM

MATS LEIJON

INGELA MATHIASSEN

ELLA CARLSSON SJÖBERG

Årsrapport 2019 för forskningsområdet CBRN

Innehållsförteckning

1	Forskningsområdets omfattning och inriktning	4
2	Hotet från massförstörelsevapen – en omvärldsanalys	5
3	Projektvisa beskrivningar av genomförd verksamhet	8
	Förebyggande och riskreducerande åtgärder.....	8
3.1	Analys av BC-hot.....	8
3.2	Kärnvapenhot	10
3.3	Kemiska toxiska ämnen.....	11
3.4	Agenskunskap B.....	13
3.5	CBRN-hot från icke-statliga aktörer.....	15
3.6	Kemiska hälsorisker vid insatser	16
3.7	CBRN-händelser i störd miljö	18
3.8	Virus - hot och skydd	20
3.9	Läkemedelsliknande ämnen.....	20
3.10	Grundkompetens och förmåga avseende explosivämnen	22
	Upptäcka och varna	24
3.11	BC-indikering	24
3.12	Spridning i luft, mark och vatten	26
3.13	Radionuklidmätningar för strålskyddstillämpningar	28
	Identifiera och verifiera.....	30
3.14	Dosimetri och strålskydd	30
3.15	Kemisk analys av hotämnen – för FM behov	32
3.16	Kemisk analys av riskkemikalier – för behov inom civil krisberedskap	34
3.17	Analys av biomarkörer	36
3.18	Teknikutveckling B.....	37
3.19	Metodik för operativt stöd B.....	40
3.20	Karaktärisering av kärnämne och radioaktivt material	42
3.21	Metodik för operativt expertstöd och hantering av CBRN-prover med okänt innehåll.....	44
	Fysiskt skydd.....	46
3.22	Fysiskt skydd	46
	Konsekvenshantering	47
3.23	Effekter av toxiska kemikalier	47

3.24	Kemiska stridsmedel och medicinskt skydd - mekanism och molekylära interaktioner	50
3.25	Skyddsaspekter på kemiska hot	51
3.26	Mikrobiella risker	53
3.27	Kontaminering och dekontaminering	55
3.28	CBR-sanering.....	58
3.29	Effektmodeller	59
3.30	Direktverkan	62
3.31	Radioekologi	64

1 Forskningsområdets omfattning och inriktning

FOI bedriver forskning för att säkerställa landets förmåga att hantera hot från och skydd mot kemiska, biologiska och radioaktiva ämnen samt kärnvapen. För att bedriva denna forskning erhåller FOI ett anslag från Forsvarsdepartementet, Fö (anslag 1:9 ap.2) tillsammans med ett anslag från Utrikesdepartementet, UD (anslag 1:6 ap.4). Dessa båda anslag utgör huvudsaklig finansiering av den kunskapsuppbyggande verksamhet och infrastruktur inom det kemiska, biologiska, radioaktiva och nukleära (CBRN) området, som är en förutsättning för att kunna säkerställa långsiktig grundkompetens och infrastruktur och därmed utveckla en strategisk kompetens för att bidra till FM:s, långsiktiga förmågeutveckling, utgöra ett stöd för totalförsvaret samt i övrigt bidra till att stärka samhällets krisberedskap inom CBRN-området.

I denna bilaga beskrivs den verksamhet bedrivits 2019 inom anslaget från Fö. Huvudsakliga behovsställare är FM och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, som genom kontinuerliga dialoger och samverkan tillsammans med FOI bidrar till inriktningen av verksamheten inom anslaget.

2 Hotet från massförstörelsevapen – en omvärldsanalys

Förbudet att utveckla och använda kemiska- och biologiska vapen samt kärnvapen regleras av internationella konventioner¹ och flera stater, i strid med konventionerna, misstänks för att ha fortsatt utveckla dessa vapen. Det innebär en risk för att kunskap och materiel sprids från dessa länder till nya aktörer, både statliga och icke-statliga.

De dominerande kärnvapenstaterna är för överskådlig tid USA och Ryssland. Mellan dessa båda stater finns en lång historik av förhandlingar kring rustningskontroll, vilket har resulterat i en rad avtal om begränsningar av de båda ländernas strategiska arsenaler. Idag återstår endast Nya start då USA drog sig ur INF hösten 2019 efter att sedan åtminstone 2014 ha anklagat Ryssland för att bryta mot avtalet. Ryssland följde som väntat USA och lämnade avtalet. Utsikterna för ett fungerande strategiskt avtal för rustningskontroll efter att Nya start löper ut 2021 är oroväckande. Den pågående utvecklingen av strategiska kärnvapen, speciellt i Ryssland, betyder att det sannolikt inte finns förutsättningar för att förhandla om ett helt nytt avtal innan Nya start löper ut i februari 2021, även om viljan skulle finnas hos parterna. Den förlängning av Nya start med fem år som det finns utrymme för i avtalet lämnar, på grund av avtalets omfattning, en del att önska mot bakgrund av den ovan nämnda utvecklingen. Fortsatta begränsningar kompliceras också av att numerärerna för de strategiska arsenalerna i Ryssland och USA nu är nere på en sådan nivå att övriga kärnvapenstater kan komma att behöva vägas in. Till detta kommer att de ryska stridskrafterna, i betydligt större utsträckning än motsvarande för USA/NATO, har möjlighet att beväpna ett stort antal plattformar och vapenbärare med substrategiska kärnvapen som står helt utan rustningskontroll. Utsikterna för någon form av multilateral rustningsbegränsning på kärnvapenområdet ter sig därför som osäkra och kärnvapen utgör åter ett reellt hot i vårt närområde.

Vad gäller övriga kärnvapenstater kan noteras att både Storbritannien och Frankrike vidmakthåller sin förmåga. Att dessa länder väljer att satsa avsevärda resurser på att ersätta uttjänta strategiska ubåtar visar att man avser bibehålla kärnvapnen under överskådlig tid. I Sydasien, framför allt Kina och de regionala stormakterna Indien och Pakistan, sker idag omfattande kärnvapenupprustning. Det handlar dels om ökade numerärer, men framför allt om utveckling av plattformar och bärare. Det sistnämnda medför att det tillkommer nya förmågor i och med att allt fler vapensystem får kärnvapenkapacitet. Kina kan förväntas ha mer än tillräcklig kapacitet för att bemöta alla regionala kärnvapenrelaterade rustningsinitiativ. Det kan även noteras att Kinas utvecklingsprogram innefattar såväl strategiska ubåtar, som mobila landbaserade fastbränsleroboter – två förmågeutvecklingar med främst globala implikationer.

I Mellanöstern utgör Irans kärntekniska program ett fortsatt orosmoment. Den tidsbegränsade överenskommelse, *Joint Comprehensive Plan of Action* (JCPOA), som 2015 slöts mellan Iran å ena sidan och ett antal stormakter å den andra, har sedan USA i maj 2018 valde att träda ur överenskommelsen försvagats avsevärt. Krisen i regionen har precis när denna text formuleras kommit till ett skede då Iran inte längre låter sig begränsas av överenskommelsen men säger sig vilja fortsätta att koordinera med IAEA. Utvecklingen i området är pågående och vad som kommer att ske i den centrala frågan rörande utvecklingen av kärnvapen i Iran är allt annat än klart.

Beträffande Nordkorea utgör landet alltså ett hot mot freden i den regionen. Till skillnad från Iran har dock inte Nordkorea några egentliga maktambitioner utöver att försöka trygga regimens överlevnad. Så länge den nordkoreanska regimen inte står inför en omedelbar

¹ För kärnvapen regleras endast icke-kärnvapenstaters kärnvapeninnehav och utveckling genom konventioner.

kollaps, till följd av inre eller yttre orsaker, framstår ett användande av Nordkoreas (eventuella) kärnvapen som relativt osannolikt. Det står klart att nordkoreanska kärnvapen utgör ett hot för övriga stater i regionen. Nordkoreas strävanden att utveckla robotsystem med interkontinental räckvidd kan komma att medföra att Nordkorea i geografiskt vidare mening kommer att utgöra ett direkt hot. Under 2017 genomförde man ett kärnladdningsprov med uppskattad laddningsstyrka på mellan 100 och 200 kiloton, vilket möjligen innebär att man nu bemästrat principerna för fusionsladdningar ("vätebomber"). Därutöver genomfördes ett flertal robotprov. Oaktat huruvida Nordkorea även löst de tekniska utmaningar som är förknippade med att kombinera en kärnladdning med en ballistisk robot, understryker detta att den nordkoreanska regimen ser kärnvapenhot som ett användbart verktyg gentemot omvärlden. Liksom i Iran är utvecklingen i Nordkorea löpande.

Den negativa utvecklingen av den globala säkerhetsordningen och den ökade spänningen mellan stormakterna avspeglas även i utmaningarna med att upprätthålla funktionell implementering av Kemvapenkonventionen (CWC) och B- och toxinvapenkonventionen (BTWC) och att C-stridsmedel *de facto* använts av såväl statsparter som stater som står utanför CWC under de senaste sju åren. Arbetet inom CWC och BTWC har till stor del fortsatt att präglas av ovilja till samsyn i flera viktiga frågor likväl som medvetna inslag av fördröjande, fördömande och förhindrande karaktär. En fortsatt fråga på agendan med stor grad av oenighet inom CWC gäller så kallade inkapaciterande kemiska ämnen och möjlighet att kontrollera användning och utveckling av dessa. Det var denna typ av ämnen Ryssland använde vid en gisslanfritagning 2002. Ett antal problemstater bedriver forskning om och ser användbarheten av dessa ämnen för att bekämpa terrorism. I stort verkar den negativa utvecklingen inom CWC och BTWC vara svår att bryta även om viss ljusning kan skönjas, som att det i slutet av 2019 i konsensus röstades igenom att nya C-stridsmedel, för första gången sedan ikraftträdandet 1997, skall läggas till CWC. Bland dessa ingår substanser med koppling till det nervgift som användes för att förgifta individer i Salisbury, Storbritannien 2018.

Storbritanniens anklagelser mot Rysslands inblandning i förgiftningarna, vilket stöddes av länder i väst, fördömdes av Ryssland. Händelsen utvecklades från lönnmordsförsök till ett exempel på rysk vilseledningskampanj och resulterade därtill i massiva saneringsåtgärder. Först i mars 2019, nästan ett år efter förgiftningarna, förklarades kontaminerade platser vara fria från nervgiftet.

Ryssland satsar på skydd och säkerhet mot biologiska och kemiska vapen. De ryska CBR-skyddstrupperna får ny utrustning och deltar i stora försvarsgemensamma övningar. En nyutvecklad skyddsmask för de militära styrkorna är nu operativ. Även specialtrupper har försetts med en motsvarande skyddsmask. Att CBR-förbanden återfinns i hela landet och spelar en viktig roll kan indikera att dessa vapen är en del i den ryska synen på framtida krig men det finns inga tydliga indikationer på att Ryssland återbygger en arsenal av B- eller C-vapen.

Den syriska regimen kontrollerar nu större delen av Syrien i den konflikt som även inkluderat bekräftad användning av C-vapen mellan 2013-2018. Utvecklingen av konflikten har medfört att rapporterad användning av C-vapen nästan helt upphört. Anklagelserna att regimen ligger bakom majoriteten av de utförda kemattackerna i landet har konsekvent förnekats, en linje som bistått av Ryssland och Iran.

Användning av C-stridsmedel för lönnmordsförsök, senast uppmärksammat i Malaysia 2017 och i Storbritannien 2018, Syriens taktiska utnyttjande av C-vapen i konflikten tillsammans med Rysslands anklagelser riktade mot USA i biosäkerhetssammanhang, med mer eller mindre hänvisning till B-vapen, exemplifierar bredden av aktuellt utnyttjande av BC-problematiken av stater såväl i gråzon mellan fred och krig som i väpnad konflikt.

Hotet från CBRN-terrorism har under de senaste åren främst manifesterats genom Daesh produktion och användning av kemiska stridsmedel i Irak och Syrien. Det har förekommit

uppgifter om att även andra terrorgrupper i Syrien anskaffat och använt kemiska ämnen i konflikten. Kemiska stridsmedel och andra toxiska ämnen som använts av dessa aktörer har baserats på tillgängliga utgångskemikalier i området vilket begränsat aktörernas förmåga att orsaka omfattande konsekvenser med denna typ av vapen. I takt med att Daesh militära kapacitet slagits ut har uppgifter om terrorgruppens kemvapenanvändning i konfliktområdet upphört. Med terrororganisationens globala nätverk, inflytande och propagandaverksamhet finns dock en risk för att CBRN-attentat kan förekomma i andra regioner bland aktörer som sympatiserar med Daesh ideologi och målsättning. Under de senaste tre åren har attentatsplaner med toxiska ämnen i västländer avslöjats och förhindrats. I några av dessa fall har praktisk vägledning och stöd från individer med koppling till Daesh förekommit. Utvecklingen understryker den komplexitet som präglar detta problemområde där presumtiva individer i västländer, utan kvalificerad förmåga, kan erhålla tekniskt stöd för att planera och genomföra attentat med toxiska ämnen i oförutsägbara sammanhang och platser.

Incidenter där toxiska ämnen används i kriminella sammanhang förekommer runt om i världen varje år. Denna typ av incidenter präglas framförallt av utnyttjandet av lättillgängliga toxiska ämnen som riktas mot enskilda individer samt hot där aktörer spelar på individens och samhällets rädsla för toxiska och smittsamma ämnen.

Den snabba utvecklingen inom kemi, biologi och ingenjörskonst skapar förutsättningar att utveckla BC-skydd, men skapar också nya förutsättningar för antagonistiska aktörer som har för avsikt att använda BC-stridsmedel. Ur ett säkerhetsperspektiv kan många av de teknologier, utrustning och resultat som skapas klassificeras som produkter med dubbla användningsområden (eng. *dual-use*). Forskning med potentiellt dubbel användning benämns *Dual-use Research of Concern* (DURC). Ett exempel på DURC är återskapandet av utrotade patogener genom att använda verktyg inom proteinteknik och syntetisk biologi, verktyg som även kan användas för att skapa ämnen och organismer med nya funktionaliteter och egenskaper. Teknikerna är avancerade vilket begränsar användningen till resursstarka aktörer. En ytterligare oroande utveckling gäller så kallad *outsourcing* (utkontraktering) av allt mer avancerad produktion av kemiska och biologiska ämnen vilket kan medföra utmaningar för arbete med icke-spridning (*non-proliferation*) och kontroll.

I samband med internationella insatser eller övningar löper svensk insatspersonal en viss risk att utsättas för incidenter med CBRN. Det kan röra sig om attentat med toxiska eller smittsamma ämnen alternativt attacker mot kemisk industri, eller oavsiktlig kemisk, biologisk eller radiologisk exponering. De senaste årens bekymmersamma utveckling av både statlig och icke-statlig användning av kemiska ämnen bidrar till att hotbilden i omvärlden och de regioner där svensk personal kan komma att vistas kontinuerligt bör analyseras, i syfte att kunna vidta riskreducerande åtgärder.

Som medlem i EU anammar Sverige även fortsatt den EU-gemensamma synen avseende risken för att icke-statliga aktörer avsiktligt skulle sprida CBRN, men uppbyggande av beredskap mot CBRN har under lång tid primärt riktat sig mot hantering av olyckor och oavsiktlig smittspridning. Som ett komplement till de civila forskningsprogrammen pågår för närvarande den så kallade förberedande åtgärden PADR (*Preparatory Action Defence Research*) inom försvarsforskningsområdet som syftar till att bana väg för det stora försvarsforskningsprogrammet EDF (*European Defence Fund*) som kommer att lanseras år 2021 och omfattar både en forsknings- och utvecklingsdimension. Med anledning av den återupptagna totalförsvarsplaneringen sker förberedelser för förmågehöjningar utifrån beredskapsansvariga myndigheters olika perspektiv. Det finns än så länge ingen nationell strategi för hur det antagonistiska CBRN-hotet ska omhändertas i totalförsvarsplaneringen. Det är därför upp till enskilda myndigheter och övriga aktörer att själva bedöma om och i vilken grad detta ska ske. Givet de stora utmaningar aktörerna står inför i sina uppgifter i totalförsvarsplaneringen finns en risk att CBRN-problematiken inte beaktas i arbetet.

3 Projektvisa beskrivningar av genomförd verksamhet

Projektvis verksamhet som genomförts inom anslaget under 2019 beskrivs nedan i den indelning som är överenskommen med FM, MSB och Fö;

- Förebyggande och riskreducerande åtgärder
- Upptäcka och varna
- Identifiera och verifiera
- Fysiskt skydd
- Konsekvenshantering

Förebyggande och riskreducerande åtgärder

Inom området studeras hotet från C, B och RN-ämnena ur olika perspektiv. Fokus ligger på det tekniska perspektivet med koppling till både statliga och ickestatliga aktörer. Området omfattar även uppbyggnad av kunskap kring tillverkning och hantering av mycket giftiga ämnen till stöd för bland annat hot- och riskbedömningar.

3.1 Analys av BC-hot

3.1.1 Syfte

Projektet *Analys av BC-hot* har som syfte att bidra till den nationella uppfattningen av hur den antagonistiska BC-hotbilden ser ut idag och kan komma att utvecklas i framtiden. Verksamheten ska upprätthålla och utveckla förmågan med att bistå med aktuella och strategiska B- och C-hotanalyser samt bedömningar av hotbild. Hotet avser dels staters forskning och utveckling samt misstänkta offensiva aktiviteter med kemiska (C) och biologiska (B) ämnen, dels teknikutvecklingens möjliga konsekvenser för hot och skydd.

3.1.2 Övergripande projektmål

För att kunna ge tillförlitliga prognoser om BC-hotet och bistå med teknisk expertis är projektets övergripande projektmål att bygga vidare på vår baskunskap i området, följa utvecklingen samt arbeta med och vidareutveckla våra metoder för bevakning, inhämtning, analys och hotbedömning. Med detta ska vi se till att kombinationen av FOI:s långa erfarenhet inom BC-hotområdet och tekniska kompetens på bästa vis sätts i relation till aktuell omvärldsutveckling av relevans för BC-problematiken. Projektverksamheten innefattar att följa och analysera specifika tekniksprång och forskningstrender (både generellt och på specifika teman) samt utvalda länders utvecklings och forskningsaktiviteter (FoU) med möjliga BC-offensiva inslag exempelvis i relation till landets hotuppfattning.

3.1.3 Delmål – framkomna resultat

Delmål:

1. En uppdaterad hotbildsanalys avseende B- och C-ämnena: utvalda länders status, kapacitet och intentioner, samt forskning och teknikutveckling med potentiellt dubbla användningsområden (*dual-use*).

2. Ta fram underlag för att bistå nationell bedömning av BC-hotbilden avseende utvecklingen i Mellanösternregionen samt staters verksamhet med kopplingar till BC-området som kan komma att påverka Sverige.
3. Analys av utvalda länders BC-skyddsförmåga.
4. Fortsätta kartläggningen av BC-verksamhet vid forskningsinstitut med försvarskoppling enligt prioriterad inriktning.
5. Fortsätta arbetet med att undersöka statliga aktörers möjliga utvecklingsintentioner avseende potentiella ej av OPCW listade BC-ämnena, mål och metoder för antagonistisk användning i syfte att bidra till prognoser om framtida hotbild av relevans för Sverige.
6. Integrerat med berörda kompetenser och andra projektverksamheter; vidareutveckla och anpassa för vår verksamhet fungerande metoder och modeller för strukturerad bearbetning och analys av information. Fokus på informationsinhämtningsfasen och indikatorer för möjlig offensiv verksamhet.

Resultat:

Under året har utvecklingen i omvärlden av relevans för BC-hotet bevakats och analyserats. Detta har resulterat i att delmål 1-2 samt 5 uppfyllts. Utöver direkt stöd (delmål 2 och 5) till berörda mottagare (främst stöd till delar av MUST) har arbetet genererat en uppdaterad BC-hotbild för 2018; länders förehavanden, kapacitet och intentioner, samt forskning och teknikutveckling som skulle kunna missbrukas för antagonistiska syften, så kallad *dual-use*-problematik (delmål 1).

En långsiktig ambition över hela projektperioden har varit att uppdatera vår kunskap om utvalda länders satsningar inom BC-skyddsområdet; strategisk inriktning, forskning och anskaffning för att analysera hur detta kopplar till landets BC-hotuppfattning, agerande i internationella samfund inklusive deras aktuella satsningar på BC-försvarsförmåga. Delresultat har för 2019 genererats avseende prioriterade länders nuvarande förmåga och möjliga framtida satsningar inom fysiskt skydd och indikering. Detta resultat svarar upp mot delmål 3-4. Fortsätter under 2020.

Vetenskapligt underbyggd värdering av trender, tekniksprång samt identifiera och analysera relevanta indikatorer av betydelse för hotbilden är en del av det löpande arbetet. Under året har en tematisk studie genomförts där rysk forskning inom syntetisk biologi avseende CRISPR/Cas-systemet kartlagts (delmål 1 och 4).

Digitala verktyg för nätverksanalys har utvärderats om de kan utnyttjas för att identifiera trender och mönster ur information från vetenskapliga publikationer och patent. Syftet är att hitta relevanta indikatorer på en stats BC-förmåga i nya teknikområden (delområde 6). Verksamheten sker i samverkan med andra försvarsmyndigheter och fortsätter under 2020.

3.1.4 Leveranser och övriga publikationer

- Under året har verksamheten löpande bistått med leveranser till Försvarsmakten (MUST).
- Muntliga dragningar kopplat till BC-hotbilden har genomförts under året.
- Tunemalm med flera, BC-hotbilden 2018 – antagonistiska hot. FOI-RH-2086-SE, april 2019.
- Tunemalm, Wikström. Dragning Aktuell BC-hotbild, SUND, juni 2019.
- Hjalmarsson, Wikström. Overview of CRISPR-related research in Russia, FOI Memo H2123, januari 2020.

3.1.5 Samarbeten och nyttiggörande

Aktiv samverkan med övriga underrättelsemyndigheter sker löpande, exempelvis har kontakt med FMV Teknisk Und i syfte att utveckla samarbetet inom BC-området fortsatt under 2019, bland annat genom gemensamt deltagande på försvarsmässor i Ryssland och Vitryssland. Inom en NATO-arbetsgrupp har informationsutbyte skett avseende teknikutvecklingens konsekvenser för CBR-hot och skydd (NATO STO HFM-273) där förutom försvarsforskningsinstitut *Defense Threat Reduction Agency* (DTRA), USA medverkat.

3.2 Kärnvapenhot

3.2.1 Syfte

Projektets övergripande syfte är att vara en nationell expertresurs inom området kärnvapenhot. Genom, framför allt, analys och bedömningar av förmågor och intentioner avseende kärnvapen och kärnvapenrelaterade frågeställningar samt förmågan att sätta in slutsatserna i ett för mottagaren relevant sammanhang.

3.2.2 Övergripande projektmål

Projektet förvaltar och vidareutvecklar kompetens och verktyg inom området kärnvapenhot vilket möjliggör framtagandet av nationellt oberoende slutsatser och ståndpunkter, baserade på väl underbyggda resonemang.

3.2.3 Delmål – framkomna resultat

År 2019 har projektet haft följande delmål:

- Vidmakthålla och vidareutveckla kompetensbasen
- Identifiera och prioritera aktuella och kommande problemställningar
- Tillämpa kompetens på prioriterade frågeställningar med hög integritet och vetenskapliga metoder
- Studera kärnvapenverkan mot hårda objekt, i samarbete med närliggande projekt.

Aktivt delta i myndighetsövergripande verksamhet inom området kärnvapenhot för delgivning av erhållna resultat, återkoppling och annan informationsöverföring. Några prioriterade frågeställningar under 2019 har varit upplösningen av det rustningskontrollavtalet INF, utvecklingen i Iran och försvagningen av överenskommelsen JCPOA samt förmågeutvecklingen i Ryssland.

3.2.4 Leveranser och övriga publikationer

Rapporten *Kärnvapenverkan i vatten* har givits ut under 2019.

3.2.5 Samarbeten och nyttiggörande

Inom projektet har samverkan i myndighetsövergripande arbetsgrupper skett och det är i dessa sammanhang som de frågeställningar som har varit aktuella under året framför allt har behandlats och rapporterats.

3.3 Kemiska toxiska ämnen

3.3.1 Syfte

Detta projekt ska säkerställa att FOI kan bistå med organkemisk kunskap gällande högtoxiska kemiska ämnen, inklusive kemiska stridsmedel (CWA) och läkemedelsliknande ämnen. Detta innefattar förmåga att kunna tillverka och hantera dessa kemiska ämnen samt ha insikt i ämnenas kemiska egenskaper gällande exempelvis struktur, aktivitet, stabilitet och reaktivitet.

3.3.2 Övergripande projektmål

Det övergripande målet med projektet är att genom fortsatta studier av inkapaciterande ämnen, ta fram lämpliga syntesmetoder av de olika kemiska ämnena, öka vår kännedom om egenskaperna hos dessa substansklasser samt implementera dessa i den övriga verksamheten. Vidare kommer studier av så kallade fosforamidater, exempelvis nervgasen tabun, utföras med målet att ta fram småskaliga syntesmetoder som möjliggör säker och effektiv tillverkning av dessa substanser samt bedriva kompetensbevarande forskning kring klassiska CWA. Arbetet med syntesmetodik ger oss förmåga att analysera hur nya tillverkningstekniker och utgångsämnen påverkar olika aktörers tillgång till högtoxiska ämnen. Därigenom kan vi även bidra till bedömningen av vilka konsekvenser detta har för vår hotbild. Kunskapen kommer till nytta för Fö, FM, MUST, UD, MSB och RPS.

3.3.3 Delmål – framkomna resultat

Genomföra en litteraturstudie för utvalda substansklasser som påverkar GABA-receptorer

En litteraturstudie har genomförts som har kartlagt den befintliga organkemiska litteraturen för GABA-receptorsubstanserna bensodiazepiner och barbiturater. Studien sammanfattar vanliga syntesvägar, intermediat, prekursorer samt struktur-aktivitetssamband (SAR) för båda substansklasserna. Studien kommer att ligga till grund för framtida experimentella utvärderingar av syntesvägar till dessa substanser.

Utveckla nya syntesmetoder för fosforamidater

Metodutveckling för att syntetisera fluorerade fosforamidater har utförts i syfte att framställa fluor-tabun, en referenssubstans som används för verifiering av tabun-förgiftning efter fluoridregenerering av biomolekyler med tabun-addukter, såsom albumin och AChE, samt N,N-dimetylfosforamidfluorid, en prekursor till tabun som var en av de spikade substanserna i den av OPCW organiserade kompetensprövningen PT 45 (2019).

3.3.4 Leveranser och övriga publikationer

- Mören L, Qvarnström J, Engqvist M, Afshin-Sander R, Wu X, Dahlén J, Löfberg C, Larsson A, Östin A. Attribution of fentanyl analogue synthesis routes by multivariate data analysis of orthogonal mass spectral data. *Talanta*, 2019, 203, 122-130.
- Mören L, Qvarnström J, Engqvist M, Afshin-Sander R, Larsson A, Östin A. Profilerings av fentanylanalogsyntes med multivariat dataanalys av ortogonal massspektrometridata. FOI Memo 6997, 2019.
- Mören L, Jonsson S, Qvarnström J, Tengel T, Engqvist M, Afshin-Sander R, Wu, X, Dahlén J, Löfberg C, Larsson A, Östin A. Chemical attribution of riot control agents, tear gases and pepper sprays, and fentanyl analogues by multivariate data analysis. *Bidrag till The 13th CBRNe protection symposium, Malmö, Sweden*, 2019.

- Larsson A. Kemiska toxiska ämnen – Slutrapport 2017-2019. 2019 (FOI Memo under bearbetning).
- Larsson A. Muntlig slutredovisning för Kemiska toxiska ämnen 2017-2019. *Totalförsvarets skyddscentrum, Umeå*, Jan 2020.
- Larsson A, Lindberg S. Syntes av Fluortabun. 2019 (FOI-DH—XXXX—SE, under bearbetning)
- Johansson S, Norlin R, Larsson A. Bensodiazepiner och barbiturater. 2019 (FOI-RH--XXXX—SE, under bearbetning).

3.3.5 Samarbeten och nyttiggörande

Samarbeten:

- Trilateralt samarbete med DRDC (Kanada) och TNO (Nederländerna) gällande metoder för framställning och hantering av högtoxiska ämnen kopplade till Lista 1.
- Bilateralt samarbete med DSTL (Storbritannien) gällande metoder för framställning av högtoxiska ämnen.
- Nationellt Forensiskt Centrum (NFC) informationsutbyte gällande läkemedelsliknande ämnen.
- NFC, Linköpings universitet och Umeå universitet angående forensiska studier av läkemedelsliknande ämnen.
- Ett antal projekt inom FOI såsom *Läkemedelsliknande ämnen* (A408419) gällande cellbaserade receptoraktivitetsstudier av opioder och andra CNS-påverkande substansklasser och *Kemisk analys av hotämnen* (A403818) gällande GC- och LC-baserad analys i de forensiska studierna.

Forensiska studier bygger upp förmåga inom syntes, hantering och analys av toxiska substanser, samtidigt som den i förlängningen kan ge forensiska verktyg att spåra ursprung och tillverkningsmetoder till användning för FM, polisen med flera.

Litteraturstudien gällande GABA-receptorsubstanser kommer att ligga till grund för framtida synteser och analyser av aktuella substansklasser och därigenom nyttiggöras i de anslagsprojekt som behöver dessa substanser i sin skyddsforskningsverksamhet.

Studier kring syntes av fosforamidater förbättrar FOI:s förmåga att tillverka klassiska kemiska stridsmedel med förbättrad säkerhet samt ger tillgång till viktiga referensprover för användning i verifikationssyfte inom andra anslagsprojekt.

Förmågan som erhålls inom projektet har en direkt avtappning inom en mängd olika projekt inom anslaget och för arbetet som rör Sveriges Lista-1 anläggning samt uppdrag från OPCW.

Effekten av projektets experimentella verksamhet är ett långsiktigt säkerställande av FOI:s organkemiska kompetens, relevans och inriktning för att kunna ge organkemiskt kunskapsstöd till FM, UD och Fö. Med de kunskaper som projektet genererar fås en förmåga att, tillsammans med andra relevanta kompetenser, ge verksamhetsstöd avseende C-skyddsförmåga. Utveckling av tillverkningsmetoder för kemiska toxiska ämnen, referenssubstanser, simili- och övningsämnen bidrar till att upprätthålla och utveckla kompetens för Sveriges Lista 1-anläggning, FM:s C-övningsbanor samt FM:s mobila C-laboratorium. Projektet bidrar även med organisk-kemisk kunskap till C-verifikation samt nedrustning och icke-spridningsfrågor, vilket inkluderar kunskap kring till exempel processkemi, labbutrustning, tillverkningsvägar samt utgångsämnen.

3.4 Agenskunskap B

3.4.1 Syfte

Projektets verksamhet syftar till att utveckla och långsiktigt upprätthålla FOI:s kompetens med fokus på egenskaper hos biologiska agens som kan utgöra ett antagonistiskt hot. Projektet skall även ge en fördjupad förståelse för hur egenskaper hos B-agens, både naturliga och genetiskt modifierade, påverkar organismens förmåga att orsaka skada, vilket i sin tur kan påverka risken för att de kan användas i ett antagonistiskt syfte. Detta projekt bidrar till att säkra totalförsvarets behov av expertkompetens med förmåga att kunna utföra oberoende bedömningar av mikrobiella risker och hot. Projektet ska bidra med fördjupad agenskunskap, för ett prioriterat antal B-agens vars naturliga eller genetiskt tillförda egenskaper medför en risk för avsiktlig spridning, vilket är en strategiskt viktig grundkompetens som inte finns hos andra aktörer i samhället.

3.4.2 Övergripande projektmål

Projektets långsiktiga mål är att utveckla och etablera en användarvänlig agenskunskapsdatabas, genom kontinuerlig insamling, bedömning och dokumentation av information om sjukdomsalstrande egenskaper, effekter, genetiska samt geografiska data samt överlevnad och naturliga nischer hos utvalda biologiska ämnen. När denna kunskapsbank finns etablerad kan medlemmar ur *Biologiska ämnen* snabbare ta fram relevant och kvalitetsgranskad kunskap vilket ger bättre underbyggda underlag vid konsekvensbedömningar.

3.4.3 Delmål – framkomna resultat

Etablera ytterligare arbetsmetoder med vetenskaplig förankring, för att samla in, dokumentera, bedöma och lagra agenskunskapsdata (bland annat för ett antal virulens- och antibiotikaresistens-faktorer) som krävs för att möjliggöra snabba och välformulerade risk- och hotanalyser i framtiden

Projektet initierades 2017 och har sedan dess kontinuerligt arbetat för att etablera ett vetenskapligt förankrat och välorganiserat arbetssätt, för att identifiera, samla in, bedöma (kvalitetsgranska) och lagra de data som krävs för att möjliggöra snabba och välgrundade risk- och hotanalyser i framtiden. Utifrån FOI:s erfarenheter från fjolårets ringtester har projektet bidragit till att utveckla en metod för analys av sekvensdata från prov med okänt innehåll. Analysen utför en standardiserad klassificering av mikroorganismer samt försöker identifiera eller avfärda förekomst av agens. Sålunda kan genetisk information enklare kopplas till förväntad/möjliga agensegenskaper.

Inom projektet bedrivs ingen experimentell verksamhet utan experimentellt genererad data samlas in, till viss del från andra FOI-projekt men till största delen utifrån litteraturstudier av öppen information. Kunskapsinhämtning har även skett vid ett vetenskapligt möte *The Biology of Anthrax 2019*, Bari, Italien.

Utveckla designen av en användarvänlig kunskapsdatabas (relationsdatabas) för dokumentation av insamlad agenskunskap

Strukturen för kunskapsdatabasen har kontinuerligt utvecklats genom:

- Framtagande av mallar för dokumentation.
- Kontinuerligt arbete med mål att förbättra:
 - kvalitetsbedömning av information samt dokumentation

Bilaga 1

- hur informationen hålls aktuell och uppdaterad (till exempel tidsstämpling).
- prioriteringar och bortprioriteringar etc. (inklusive dokumentation).

Säkerställt viktiga IT-, säk- och juridik-frågor rörande designen av relationsdatabasen (funktioner, struktur, output och säkerhet/sekretess frågor)

Kunskapsdatabasen behöver vara lättillgänglig internt men samtidigt vara säker, det vill säga externt otillgänglig, då den kommer att innehålla känslig information. Den nivå av säkerhet/sekretess som krävs för denna databas, både i dess befintliga skick men även utifrån vad den så småningom kommer att innehålla har beaktats. Behörigheten till kunskapsbanken i dess nuvarande skick har begränsats till medarbetare i forskningsdelområdet *B-hot och verifikation*. Det behövs fortsatt arbete för att besluta om ytterligare begränsningar kan tänkas bli aktuella när databasen innehåller mer information samt formerna för detta.

Upprätta basunderlag för två biologiska ämnen, en bakterie- respektive en virus-art. Antalet agens per år är valt med tanke på projektets storlek och underlagens omfattning, de ska erbjuda både kunskapsdjup och bredd för att få så bra indata som möjligt

Under året har underlag för två av FOI prioriterade biologiska ämnen, en bakterie- respektive en virus-art sammanställts. Här dokumenterades FOI:s befintliga kunskapsläge med avseende på hot- och skyddsaspekter.

Medverkan i ringtester inom FN's generalsekreterarmekanism, UNSGM. Redan påbörjat under 2018. (Tillkommit och finns ej beskrivet i det treåriga projektunderlaget.)

Under 2019 har projektmedlemmar deltagit i ytterligare ett internationellt ringtest (*Confidence building exercise*) inom FN:s generalsekreterarmekanism, UNSGM. Utifrån ett scenario samt sju prover potentiellt spikade med *Bacillus anthracis* DNA skulle deltagarna svara på vilka prover som innehöll virulent antrax, alltså ange *Bacillus* stammar som innehöll båda virulensplasmiderna (pXO1 och pXO2). Till detta kom frågor om antibiotikaresistensmarkörer och virulensfaktorer, det vill säga sådan typ av information som kan indikera om manipulation av antraxbakterien skett. Allt i syfte att generera sådan agenskunskap som sammantaget ska kunna avgöra huruvida en antagonistisk händelse eller ett naturligt utbrott förelåg. Målsättningen med deltagandet var att fördjupa samt ytterligare identifiera den typ av kunskap som behövs för att kunna särskilja huruvida förekomsten av ett biologiskt agens är naturlig eller ej.

3.4.4 Leveranser och övriga publikationer

- Fortsatt etablering av en FOI-intern kunskapsdatabank.
- Reserapport från Antrax-möte, Bari, Italien.
- Halvtidsredovisning, muntlig presentation.
- Underlag för två biologiska agens: Hot- och skyddsaspekter gällande en bakterie och ett virus.

3.4.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet har under året samarbetat med andra FOI-projekt, *UD B-grundkompetens* och *UD B-verifikation* samt *Metodik för operativt stöd B*, främst genom deltagande i ett ringtest samt vid uppbyggnaden av nya analysprocesser för det okända provet. I båda dessa samarbeten tränades insamling och analys av agenskunskapsrelaterad information. Sammantaget tillhandahåller verksamheten ett fördjupat och långsiktigt upprätthållande av

kunskap om B-agens som kan betraktas som antagonistiska hot vilket är viktigt för FOI:s roll och trovärdighet som expertorgan men också för att stödja verksamheten i enskilda projekt (ovan) samt inom bland annat hotbedömningsverksamhet (förmåga till att utföra oberoende bedömningar) och spridningsmodellering.

3.5 CBRN-hot från icke-statliga aktörer

3.5.1 Syfte

Projektets verksamhet syftar till att bibehålla och utveckla den kunskap som krävs för att, för Regeringskansliets och berörda myndigheters behov, kontinuerligt och systematiskt analysera icke-statliga aktörers uttalade intresse för och förehavanden med kemiska, biologiska, radiologiska och nukleära ämnen (CBRN). Projektet ska bidra med strategiska bedömningar av CBRN-hotet likaväl som analyser kopplat till specifika händelser, aktörer samt den teknik och de ämnen dessa utnyttjar.

3.5.2 Övergripande projektmål

Det övergripande projektmålet är att bistå med underlag och expertkunskap för att bemöta det informationsbehov som finns inom regeringskansli, FM och andra berörda myndigheter. Producerade underlag ska baseras på aktörers verksamhet liksom signaler om intention och förmåga att använda CBRN-ämnen i antagonistisk verksamhet av relevans för Sverige och svenska intressen.

3.5.3 Delmål – framkomna resultat

Ett av totalt tre uttalade och genomförda delmål för 2019 var att fortsätta bedriva informationsinhämtning och bearbetning inom området i syfte att producera underlag som belyser aktuella antagonistiska CBRN-hot av relevans för Sverige

Detta delmål har varit centralt för verksamheten under året och upptagit en stor del av resurserna i projektet. Information av särskild relevans för projektets uppdrag analyseras och delges berörda parter. Under året 2019 förekom inga uppgifter, incidenter eller händelser av relevans för särskild rapportering.

Ett annat viktigt delmål var att utöka förmågan att bearbeta och analysera information till stöd för hotbedömningsverksamheten

Särskilda aktiviteter har genomförts under året i syfte att utveckla och implementera ett datorstött informations- och analysverktyg för en bredare krets av analytiker, dels genom särskild kompetensutveckling avseende underrättelseverksamhet och analysmetodik. All verksamhet som bedrivits inom detta område har genomförts tillsammans med FOI-medarbetare som bedriver relaterad verksamhet inom hotbedömning, nedrustning och ickespridning. Under året har två seminarier genomförts med fokus på analysmetodik och dess tillämpning med stöd av experter från andra underrättelse- och säkerhetstjänster.

Den tredje målsättningen var att stärka samverkan med andra myndigheter avseende informationsinhämtning, hotbedömning och hotperspektiv

Projektmedlemmarna har under året löpande bedrivit dialog med nationella underrättelse- och säkerhetstjänster, likaväl som med brottsbekämpande myndigheter. Projektets verksamhet har bland annat omfattat direkt stöd till Säkerhetspolisen. Projektmedlemmar har även aktivt deltagit i internationella konferenser av relevans, däribland *ICT World Summit on Countering Terrorism* i Herzliya, Israel samt nationell paneldebatt under Almedalsveckan i Visby. Därutöver har dialog och presentationer genomförts med nationella krisberedskapsmyndigheter liksom föredragningar för Fö, FM och för

delegationer från andra länders motsvarigheter till FOI. I juni genomfördes en halvtidsredovisning av projektet där verksamheten presenterades och det fortsatta arbetet diskuterades.

3.5.4 Leveranser och övriga publikationer

- Normark M. med flera., CBRN-hot från icke-statliga aktörer - Årsrapport 2018, FOI-R- 4766, mars 2019.
- Halvtidsredovisning, presentation och efterföljande workshop, FOI Umeå, oktober 2019.
- Normark M. med flera, CBRN Threats and Incidents involving Non-State Actors – 2018 Annual Report, FOI-R-4812, november 2019.

3.5.5 Samarbeten och nyttiggörande

Den kompetens som detta projekt besitter och utvecklar genom löpande informationsinhämtning och hotbedömning har under året utnyttjats till stöd för andra projekt inom FOI. Projektets resurser har även utnyttjats till stöd för att utveckla andra myndigheters medvetenhet om antagonistiska CBRN-hot inom ramen för att stärka sin beredskap inom totalförsvarskonceptet som till exempel Jordbruksverket och Statens veterinärmedicinska anstalt.

Återkoppling från representanter inom Regeringskansliet, FM och säkerhetstjänster under året har tydligt visat att de underlag och expertstöd som projektverksamheten bidragit med har varit mycket uppskattat och relevant.

3.6 Kemiska hälsorisker vid insatser

3.6.1 Syfte

Projektets syfte är att utifrån behov hos FM, Polisen, Kustbevakningen och andra myndigheter utveckla kunskap, verktyg och arbetssätt för att bättre kunna öva och bedöma kemiska hälsorisker för insatspersonal. Detta innefattar soldater och *First Responders* såsom brandmän, kustbevakare, poliser och sjukvårdspersonal. Kunskapen tas fram för att bidra både före och vid nationella och internationella operativa insatser. Projektet utvecklar FOI:s tillämpbara kompetens för provtagning, karaktärisering och riskbedömning av toxiska ämnen associerade med luftburna partiklar åt FM och civil krisberedskap.

3.6.2 Övergripande projektmål

Att utveckla nya och anpassa befintliga metoder och verktyg för att studera exponering av gasformiga, lågflyktiga och partikelburna ämnen avseende provtagningsstrategier, analys, hälsoriskbedömningar och för framtagning av riskreducerande åtgärder till stöd för FM och civil krisberedskap.

3.6.3 Delmål – framkomna resultat

Ta fram förbättrad provtagnings- och mätmetodik för exponering under militära övningar och insatser med partikulära hot

Förekomst av luftburna partiklar eller aerosoler är ett vanligt fenomen under till exempel internationella insatser, oroshärdar, bränder, kemiska olyckor men även vid många typiska

övningsscenarier för insatspersonal. Under ett fältprojekt tillsammans med Totalförsvarets Skyddscentrum studerades fem militärt vanligt förekommande röksystem med både egenutvecklade och konventionella mätmetoder. Partikelstorleksfördelningen visade att partikelstorleken huvudsakligen var i området 400-700 nm. Tidigare studier av insatsrelevanta aerosoler från internationella insatser, bränder och övningar med finkalibrig ammunition har visat på en ännu större variation i partikelstorlek, framförallt med en högre förekomst av ultrafina partiklar (<100 nm). Dessa resultat visar att användning av enbart den allmänt vedertagna masskoncentrationen av luftburna partiklar som exponeringsmått ger en alltför trubbig bild av exponeringens karaktär. Komplettering med analys av partikelstorleksfördelning är nödvändigt. Likaså visade analyser av den kemiska sammansättningen på en betydande variation där den organiska delen varierade från ca 1-99 %. Många ämnen som är bundna till partiklar kan också förekomma i gasform och de behöver studeras med samtidig mätning av gaser vilket bäst görs med analyser av adsorbentmaterial och realtidsövervakning med selektiva detektorer. Därför är också en bred analys av den kemiska sammansättningen av stor betydelse för att korrekt kunna bedöma potentiella hälsorisker. Ofta saknas dessutom gränsvärden och vedertagna standarder för de komplext sammansatta partiklar som insatsrelevanta aerosoler utgör.

Validera förmågan att med egenutvecklad fjärrstyrd provtagare samla in partiklar under fältlika förhållanden

Under projektperioden har en liten egenutvecklad och moduluppbyggd provtagare utvecklats och testats i fältmiljö. Den kan fjärrstyras så att gas och partikelprover aktivt kan insamlas med styrd luftpump efter att provtagning startats via ett användargränssnitt på en bärbar dator. Jämfört med konventionella manuella mättekniker erhöles en resultatöverensstämmelse på 90 % eller bättre för både partikelkoncentration och gaskoncentration under ovan beskrivna fältförsök. Även enkla externa sensorer för realtidsövervakning av gaser och partikelkaraktäristik har testats med framgång även om de ger resultat med större avvikelser. Beroende på tillämpning kan kraven på noggrannhet variera och för att upptäcka exempelvis en kraftig förändring i koncentration verkar även enklare sensorer kunna fylla ett syfte.

Utveckla förmågan att toxikologisk karaktärisera exponering från övningar med partikulära hot

Med ett egenutvecklat insamlingssystem, avsett för partiklar i alla storleksklasser som kan deponera i luftvägarna, samlades emissioner från militär rök in i ett biokompatibelt medium. På odlade humana lungceller (*in vitro*) genomfördes toxikologisk karaktärisering genom studier på cellöverlevnad, produktion av fria syreradikaler och utsöndring av inflammationsmarkörer. Alla röksystem visade på toxikologiska effekter där den mest toxiska var rök baserad på zinkklorid. I ett *ex vivo*-system baserat på humant helblod har blodkoagulationseffekter studerats vid exponering för ultrafina ammunitionspartiklar. Partiklar i det fina och ultrafina området har i studier visat sig kunna passera lung-blodbarriären. Våra resultat visar att ammunitionspartiklar kan framkalla blodkoagulation genom ökad bildning av blodplättar men även utsöndring av inflammationsmarkörer i blod. Detta är en intressant iakttagelse eftersom negativa hälsoeffekter såsom respiratoriska besvär och feber har påvisats i experimentella humanstudier och yrkeshygieniska studier från Norge och USA där militär personal inhalerat emissioner från både blyad och blyfri ammunition. Resultaten sammanställs nu för en vetenskaplig publikation tillsammans med projektet *Effekter av toxiska kemikalier*.

3.6.4 Leveranser och övriga publikationer

- Muntlig 3-årsredovisning på SkyddC i Umeå, 2020-01-24.

- Hägglund L, Magnusson R, Arnoldsson K, Gradmark P-Å, Elfsmark L, Lejon C, Gustafsson Å, Wingfors H. Hälsoriskbedömningsmetodik för miljöer med aerosolbelastning-insatsperspektiv. 3-årsrapport.
- Magnusson R, Hägglund L, Gustafsson Å, Ekstrand-Hammarström B, Gradmark P-Å, Lejon C, Arnoldsson K, Elfsmark L, Wingfors H. Characterization and Assessment of Military Smoke and Health Implications. 3rd International conference CBRNR R&I, Nantes Frankrike 20-23 Maj 2019. Muntlig presentation.
- Shirdel M, Bergdahl IA, Andersson BM, Wingfors H, Sommar JN, Liljelind IE. Passive personal air sampling of dust in a working environment—A pilot study Journal of Occupational and Environmental Hygiene 16 (2019) 675–684.

3.6.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektets tvärvetenskapliga och kundinriktade verksamhet ger ofta upphov till kundnytta med uppdragsfinansierad forskning från FM, civila krisberedskapsmyndigheter, Försvarets materielverk och till viss del andra aktörer. På grund av tidigare genomförda studier på potentiella hälsorisker kopplat till gaser och partiklar som bildas vid termisk rusning av Li-jon batterier har projektet stöttat framförallt MSB och räddningstjänst med riskbedömningsmetodik. Ett avdelningsövergripande samarbete med *Försvars- och säkerhetssystem* har initierats under året där hög kompetens om explosionsrisker kopplat till batterier utvecklas. Resultaten från fältförsöket presenterades på den franska CBRNE-konferensen. Internt samarbetar detta projekt med projektet *Effekter av toxiska kemikalier* där en modell, för att studera blodkoagulationseffekter av partiklar, tas fram tillsammans. Den utvecklade fjärrstyrda provtagaren har också applikationer inom projektet *Fysiskt skydd*.

3.7 CBRN-händelser i störd miljö

3.7.1 Syfte

Det skärpta säkerhetsläget i Sveriges närområde samt ambitionen att återuppbygga ett funktionellt totalförsvaret medför utmaningar för FM såväl som för civila myndigheter. Projektet syftar till att bibehålla och utveckla kunskap för att systematiskt och kontinuerligt kunna analysera komplexa CBRN-relaterade händelser och identifiera aktörsdrivna hot i fredstid, under höjd beredskap samt i störd miljö och gråzon, med en ansats till ett helhetsperspektiv.

3.7.2 Övergripande projektmål

Att få fram en sammanlagd aktuell hotbild mot människors liv och hälsa samt samhällets funktionalitet, genom att studera pågående utveckling, trender och inträffade händelser. På så vis kan ett kunskapsövertag skapas och därmed en möjlighet att mer proaktivt kunna möta dagens och morgondagens CBRN-relaterade hot av relevans för Sverige, svenska intressen samt för totalförsvaret.

3.7.3 Delmål – framkomna resultat

Informationshämtning, analys och rapportering.

Under 2019 har informationsinhämtning/bearbetning fortsatt i syfte att bereda förutsättningar för produktion av en årlig, sammanvägd strategisk hotbild som tar hänsyn till hela bredden av CBRN-relaterade hot och dess möjliga konsekvenser.

Metodutveckling.

Vidareutveckling av befintlig metodik till stöd för FM:s medicinska underrättelsetjänst (MedUnd) har fortsatt med särskilt fokus på metoder för operativa CBRN-hot- och konsekvensbedömningar i gråzon.

Nationell och internationell dialog

Projektet samverkar brett med andra projekt inom FOI, nationella myndigheter och internationella organisationer.

3.7.4 Leveranser och övriga publikationer

- Waleij, A. Liljedahl, B. och Börjegren, S. Lindahl, D. (2019). Vidare kontext för en CBRN-relaterad hotbild, FOI-R-4781-SE.
- Waleij, A., Simonsson, L. Liljedahl, B (2019) Konsekvenser av energibortfall på samhället och civilbefolkningens hälsa FOI-R-4755-SE.
- Taube, F., Waleij A., Sköld, M, Risling, M. Amyotrofisk lateral skleros och miljöriskfaktorer inom militär verksamhet. *Under tryckning.*
- Projektet har stött FM i framtagandet av NATO Standard Related Document STANAG-2561-SRD-12, Environmental Health Risk Assessment and Surveillance, Edition1, January 2019.

3.7.5 Samarbeten och nyttiggörande

Två workshops har genomförts. Den första skedde i samverkan med Storstockholm Brandförsvar, FM, Must, Länsstyrelsen samt nyckelaktörer berörda av ett område med specifik, identifierad hotbild. Den andra genomfördes i Almedalen i samverkan med Gotland brandförsvar och Storstockholm brandförsvar, med paneldiskussion och efterföljande 'Stresstest' rörande förmåga att hantera CBR händelser under omfattande energibortfall och desinformationskampanjer.

Projektet levererade föredrag på 13th *CBRNe Protection Symposium* under sessionen *Emerging threats and risks: CBRN management in hybrid context* samt på SAMSÅK mässan (Samhällets säkerhet) i Stockholm. Föredragen kompletterades med efterföljande 'Stresstest' rörande förmåga att hantera CBR-händelser i gråzon med omfattande energibortfall och desinformationskampanjer.

Kompetenshöjning rörande möjliga effekter av cyberhot samt utveckling av AI/AR på CBR-hotbilder och medicinska hotbilder har genomförts, genom omvärldsbevakning och samverkan med FOI expertis vid andra avdelningar och enheter. Medverkan har skett på konferens om AI och dess utmaningar för brottsbekämpning.

I synergi med annan verksamhet har projektet vidareutvecklat sitt koncept för implementering av resultat, där 2018 års film (CBRe händelse i strömavbrott/hybrid kontext) vidareutvecklas till en *Virtual reality*-miljö inom ett *Serious Gaming*-koncept.

Deltagande i NATO STO HFM RTG-262 *Health Assessment for Chemical Exposures of Military Interest*, med fokus på kemisk exponering i urban miljö.

3.8 Virus - hot och skydd

3.8.1 Syfte

Att grunda ett experimentellt virologiskt forskningsprogram med skyddsperspektiv. Projektet kommer under projektperioden (2020-2022) etablera metoder för att syntetisera och modifiera virus arvs massa (en delmängd av syntetisk biologi). Den experimentella verksamheten kommer att öka FOI:s förmåga att utföra hotbedömning inom B-området.

3.8.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande målsättning är att öka kunskapen om alfavirus (*Venezuelan Equine Encephalitis Virus*; VEEV och Sindbis viruset) som vapenförts i forna Sovjetunionens och USA:s offensiva B-vapenprogram. Projektet har som mål att praktiskt omsätta kunskapen genom att utveckla experimentella molekyler med antiviral aktivitet och karakterisera deras verkan på virusets livscykel. Projektet har också som målsättning att etablera molekylärbiologiska och biokemiska metoder som ökar FOI:s förmåga att bedöma den tekniska och metodologiska utvecklingen inom området.

3.8.3 Delmål – framkomna resultat

Projektet har under 2019 befunnit sig i en uppstartsfas varvid verksamheten fokuserat på att etablera grundläggande förmågor och utveckla metoder inför den kommande treårsperioden.

- Projektet har lyckats bestämma den tredimensionella strukturen av nsP2 proteaset från VEEV, ett protein som är helt avgörande för virusets livscykel och därmed är ett potentiellt mål för antivirala substanser
- Projektet har etablerat en metod för att studera antivirala substansers effektivitet på nsP2 proteaset.

3.8.4 Samarbeten och nyttiggörande

Under 2019 har projektet fört dialoger med forskargrupper verksamma inom virologisk forskning vid Umeå universitet, något som kan utmynna i formaliserade samarbeten under kommande projektperiod. Samverkan sker med projekt som exempelvis *Virologisk kunskapsutveckling*, *Analys av BC-hot* och *B-verifikation*.

3.9 Läkemedelsliknande ämnen

3.9.1 Syfte

Projektets syfte är att bedöma det potentiella kemiska hot som läkemedelsbaserade substanser kan utgöra. De utvalda ämnen som innefattas i projektet har huvudsaklig effekt i det centrala nervsystemet med primärt lugnande och/eller sövande egenskaper. Under projektperioden har opioida substanser prioriterats. Projektet initierades som anslagsprojekt finansierat av Fö under 2019.

3.9.2 Övergripande projektmål

Projektet medverkar till att generera kunskap om högtoxiska substanser som inte direkt innefattas i Organisationen för förbud mot kemiska vapen (OPCW) konvention mot kemiska vapen. Projektets aktiviteter innefattar tillämpade experimentella studier inom områdena

kemi, biologiska effekter, medicinska motmedel, personsanering och indikering. För att optimera forskningsaktiviteterna har samverkan skett med flertalet anslagsprojekt finansierade av Fö.

3.9.3 Delmål – framkomna resultat

Inom projektet *Läkemedelsliknande ämnen* har experimentell verksamhet bedrivits inom flertalet vetenskapliga områden. Resultaten har givit följande slutsatser:

- Hudpenetrationsförmågan hos fentanyl är starkt beroende av exponeringsförhållanden. Svettig hud ökar signifikant penetrationen, särskilt för den fria basen av fentanyl.
- Fentanyl har god förmåga att passera blodhjärnbarriären för att nå målreceptorn i det centrala nervsystemet.
- Genom att nyttja en cellbaserad modell som uttrycker μ -opioida receptorer är det möjligt att särskilja olika fentanylanalogers förmåga att påverka målreceptorn. Detta är av särskild nytta för bestämning av okända analogers effekt.
- Fentanylanaloger har varierande motståndskraft mot nedbrytning i levern. Detta influerar den faktiska effekten en substans har på människokroppen utöver dess påverkan på målreceptorn.
- Efter hudexponering för fentanyl bör sanering ske med enkla metoder som vattensköljning eller tvätt med tvål och vatten. Specifika saneringsmedel uppvisar ingen högre saneringseffektivitet för fentanyl. Tidigt initierad sanering är viktigt för borttagning av substans.
- De medicinska motmedlen naloxon och naltrexon uppvisar god effektivitet mot fentanyl och utvalda fentanylanaloger.
- Fentanylsubstanser kan indikeras med spektroskopiska mätmetoder i laboriemiljö.

3.9.4 Leveranser och övriga publikationer

- Lina Thors, Elisabeth Wigenstam och Anders Bucht. Triagemetodik vid exponering för kemiska ämnen. FOI-R--4726—SE 2019.
- Lars Landström och Per-Ola Andersson. Fluorescence and Raman measurements on different synthetic opioids. FOI-D-rapport 2019.
- Lina Thors *et al.* Läkemedelsliknande ämnen - Slutrapport 2017-2019. FOI-R-rapport 2019.

Muntliga presentationer:

- Skin penetration and decontamination following in vitro human skin exposure to fentanyl. Lina Thors, 3rd International Conference CBRNE - Research & Innovation, Nantes (Frankrike) 21-23 maj 2019.
- Generic approach for skin decontamination of nerve agents and opioids. Lina Thors, 13th CBRNe protection symposium, Malmö 24-26 september 2019.

Posterpresentationer:

- Skin penetration and decontamination following in vitro human skin exposure to fentanyl. Lina Thors *et al.*, 17th Medical Chemical Defense Conference, München (Tyskland) 27-28 mars 2019.

- The ability of medical countermeasures to reach the CNS – studies using a newly established BBB in vitro method. Terese Karlsson *et al.*, 13th International Conference on CVB, Miami (USA) 25-28 juni 2019.
- In vitro method for evaluation of the ability of medical countermeasures to reach the central nervous system. Terese Karlsson *et al.*, 13th CBRNe protection symposium, Malmö 24-26 september 2019.

3.9.5 Samarbeten och nyttigörande

- Bilateralt samarbete med Dstl (Storbritannien) i frågor gällande toxikologi och medicinska motmedel för läkemedelsliknande ämnen.
- Bilateralt informationsutbyte med CCDC CBC (USA) gällande forskningsaktiviteter innefattande läkemedelsliknande ämnen.
- Avtal under framtagande: bilateralt informationsutbyte med DST (Australien) och trilateralt projektavtal med TNO (Nederländerna) och DRDC (Kanada).
- Kungliga Tekniska Högskolan och Umeå universitet för studier av blodhjärnbarriären.

Projektet har nyttiggjorts genom direkt överföring av framkomna resultat och kunskap till avnämare, främst till Fö och FM. Kunskapen har även nyttjas vid framtagning av utbildningsmaterial till civila myndigheter (Socialstyrelsen och MSB).

3.10 Grundkompetens och förmåga avseende explosivämnena

3.10.1 Syfte

Svensk långsiktig förmåga inom området explosivämnena behöver säkerställas för att stödja totalförsvaret när det gäller frågor som rör explosivämnena, inte minst i kontexten teknisk underrättelse, gräzonsproblematik och hybridkrigföring.

3.10.2 Övergripande mål

Projektet fokuserar under perioden på tre övergripande frågeställningar:

- Proaktivt arbete med hotbildsunderlag: Deluppgiften syftar till att följa internationella trender i samordning med FM och, då så är tillämpligt, MSB. Tyngdpunkten ligger på förändrad hotbild till följd av nya hot samt uppbyggnad av egen förmåga (trender och möjligheter avseende nya explosivämnena, HME-er² och IED-er³). Arbetet inriktas även mot att ta fram data (teoretiska/experimentella) kring realiserbarhet, tillverkning, känslighet, verkan, identifiering och neutralisering. Arbetet bedrivs när så är lämpligt i en Europeisk eller internationell kontext.

- Uppbyggnad av teknisk förmåga inom området forensisk och teknisk underrättelseförmåga rörande explosivämnena och explosiva hot. Deluppgiften inriktas mot en fördjupning av basförmågan rörande analys av explosivämnena. Vidare görs en forskningssatsning mot möjligheter och metoder för identifiering och ursprungsbestämning av explosivämnena med fokus på gräzonsproblematik och hybridkrigföring. Huvudintresset är FM.

² Home-Made Explosives, dvs. "hemmagjorda sprängämnen"

³ Improvised Explosive Device, dvs. "hemmagjorda bomber"

- Forskning och utveckling av ny explosivämnesdetektionsteknik. Deluppgiften har till syfte att långsiktigt tillhandahålla metoder, utrustning och stöd inom detektionsrelaterade frågeställningar för FM:s behov. Arbetet bedrivs när så är lämpligt i en europeisk eller internationell kontext.

Den grundkompetens och förmåga som byggs upp inom projektet utgör en bas för att kunna besvara tillämpade frågeställningar från FM såväl som civila myndigheter (Polisen, SÄPO, MSB, Åklagarmyndigheten och FORTV).

Under 2019 följdes den projektplan som lades med utgångspunkt i budgetäskandet BU2019. Detta inkluderade utöver ovanstående övergripande mål även ett specifikt fokus på civila myndigheters behov av expertstöd vilket återspeglas under delmål 1,4 och 5. Denna aspekt kommer inte att inkluderas explicit under kommande period.

3.10.3 Delmål – framkomna resultat

Projektet var under 2019 uppdelat i fem övergripande delar:

1. Behovsanalys
2. Inledande studie avseende möjligheter och behov kopplat till e-forensik
3. Utveckla och uppdatera förmågan att genomföra fältmässig detektion och analys av explosivämnen
4. Internstrategisk inriktning kring risk- och sårbarhetsanalyser med fokus fysisk säkerhet
5. Underlag för expertutlåtanden

Del 1 och 4 har huvudsakligen bedrivits i form av workshops och intervjuer, del 2 och 3 i form av grundläggande litteraturstudier, specifikation av instrument och inledande försök, samt del 5 i form av försök.

3.10.4 Leveranser och övriga publikationer

- ”Stöd till samhället - Explosivämnesfrågor-Slutrapport 2019”, FOI-R--4925—SE
- ”NQR-spektrografi för explosivämnesdetektion – systemprestanda och utvecklingsmöjligheter”, FOI D-rapport *under redigering*
- ”Underlag för expertutlåtanden, explosiva laddningar – Försöksrapport”, FOI DH-rapport *under slutbearbetning*
- ”Experimentell utvärdering av handgranat m75”, FOI DH-rapport *under slutbearbetning*
- ”Sammanfattning av internstrategiskt arbete och kartläggning med fokus fysisk säkerhet” FOI D-rapport *under slutbearbetning*
- EDA Cap Tech Ammo TBB15 roadmap “TBB15 – IED Detection and Defeat Technologies - Roadmap report”

3.10.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet *Grundkompetens och förmåga avseende explosivämnen* har i sin uppstartsfas hållit en inriktningsdialog med FM/SWEDEC och har även vid två tillfällen dialogiserats inom ramen för NAG-ExpSec⁴. Vid ett av tillfällena utnyttjades detta forum för att genomföra en bredare workshop kring myndigheters behov av stöd inom berört område.

⁴ NAG-ExpSec = Nationella arbetsgruppen för sprängämnessäkerhet

Projektet har möjliggjort Sveriges deltagande i beredningen av ett EDA CatB projekt-förslag, STYX (*Standoff detection of hybrid threats containing explosives*). I samband med detta har *EDA Cap Tech Ammunition Technologies TBB 15 roadmap* kring *IED Detection and Defeat Technologies* utarbetats. Detta dokument presenterar en plan för framtida EDA-projekt och utlysningar inom EDF.

Ett pågående projekt under samarbetsavtal med Singapore rörande okänsliggörande⁵ av HME har gett *Grundkompetens och förmåga avseende explosivämnen* tillgång till restprodukter från HME-syntes vilka kunnat utnyttjas för inledande försök inom analys.

Upptäcka och varna

Här ingår forskning om, och modellering av, hur olika ämnen sprids i luft, mark och vatten för att till exempel ge relevanta beslutsunderlag och även öka förmågan till övning och träning med agens i en verklighetstrogen virtuell miljö. Området omfattar också forskning avseende utveckling av B-, C- och R-detektion för att snabbt kunna uppfatta förekomsten av farliga ämnen i omgivningen, samt utveckling av metodik som förbättrar beslutsunderlag vad gäller radioaktiv kontaminering av människa.

3.11 BC-indikering

3.11.1 Syfte

Projektet syftar till att vidmakthålla och utveckla/utöka kompetens inom området indikering av toxiska kemiska och biologiska ämnen. Den samlade kunskapen nyttiggörs bland annat genom att stärka beredskapen att indikera förekomst av B- och C-ämnen, samt att vid behov ge expertstöd till FM och CM vid exempelvis upphandling, test och utvärdering (T&E), samt utbildning inom området. Förutom den breda, generella kompetensen erhålls även specialistkompetens genom forskning inom ett urval spektroskopiska tekniker som på längre sikt bedöms ge avsevärt förbättrad indikeringsförmåga, framförallt för indikering av kvarliggande agens och aerosol. Kunskap och kompetens genererad inom projektet används även flitigt inom, exempelvis, andra anslagsprojekt och externa beställningar.

3.11.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande mål att upprätthålla, säkerställa och kontinuerligt öka en bred och generell kompetens inom området. Projektet ska även bidra till forskning, utveckling och T&E av indikeringsinstrument.

3.11.3 Delmål – framkomna resultat

Indikering av kvarliggande C-agens

Data från fältförsök hösten 2018 analyserades i början av året och resulterade i två bidrag vid den internationella konferensen *SPIE Defense + Commercial Sensing, Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XX* i april. Två olika kommersiella instrument nyttjades under fältförsöken där båda genererar hyperspektrala bilder i våglängdsområdet *Long Wave Infrared (LWIR)*. Resultat från mätningar på olika

⁵ Att göra mindre känsligt för hantering (t ex stöt, friktion, värme) för att därigenom minska risken för vådainitiering.

scener med kvarliggande skarpa agens samt indikering av gasmoln på ~1 km avstånd presenterades och diskuterades.

I början av året publicerades en artikel där nya resultat från vår *compressed sensing* uppställning redovisades. Tekniken UV Ramanspektroskopi låg som grund för den hyperspektrala avbildningen och resultat erhållna med hjälp av en enkel, robust och innovativ uppställning för att generera olika masker (kodade aperturer) presenterades.

Kompletterande mätkampanjer har även genomförts i syfte att verifiera tidigare uppmätta och beräknade Ramantvärnsnitt på ett antal kvarliggande skarpa C-agens.

En kortare utvärdering av en 'enkel' avbildande LWIR uppställning, baserad på en icke kylad detektor och interferometer utfördes och avrapporterades. Den använda uppställningen är en prototyp som utvecklats av FOI.

Indikering av bioaerosol

Fortsatt utveckling och test har skett kring den egendesignade mätkammaren med omgivande ljuskällor, optik, styrning och datainsamling. I denna uppställning kan aerosol från omgivningen *samplas* och eventuell laserinducerad fluorescens samt plasmaemission fångas upp från enskilda aerosolpartiklar. Vissa tester har utförts på kraftigt fluorescerande partiklar och förhoppningen är att olika biologiska similiämnen samt kemisk aerosol (exempelvis inkapaciterande ämnen) kan undersökas kommande år.

Test och utvärdering C-agens

Verksamheten som syftar till att skapa förmåga att generera och övervaka/karaktärisera högtoxisk aerosol fortgår enligt plan. Endast ett fåtal kampanjer/tester på lågpotenta fentanylanaloger och similiämnen har utförts under året och vissa förbättringar har skett på befintlig uppställning/infrastruktur.

3.11.4 Leveranser och övriga publikationer

- Markus Nordberg, Lars Landström, UV Raman chemical imaging using compressed sensing, FOI-S--6060--SE.
- Fredrik Kullander, Lars Landström, Hampus Lundén, Ultraviolet Raman scattering from chemical warfare agents - Laboratory results autumn 2018, FOI-D--0915--SE.
- Lars Landström, Fredrik Kullander, Pär Wästerby, B.T. Røen, Passive LWIR hyperspectral imaging of surfaces contaminated by CWA droplets, FOI-S--6039--SE.
- Frank Wilsenack, Thomas Wolf, Lars Landström, Pär Wästerby, Torbjörn Tjärnhage, Dissemination monitoring by LWIR hyperspectral imaging, FOI-S--6040--SE.
- Linnéa Axelsson, Fredrik Kullander, David Bergström, Thomas Svensson, Sebastian Möller, Lars Landström, Prov med hyperspektral LWIR kamera för detektion av kemikalier på ytor, FOI-D--0871--SE.
- Pär Wästerby, Extensive Compilation of Chemical Detectors, *under tryckning*.

Posterpresentationer vid 13th CBRNe Protection Symposium 2019:

- Linnéa Axelsson, Fredrik Kullander, Lars Landström, Thomas Svensson, Test of uncooled hyperspectral LWIR camera for chemical detection on surfaces.
- Fredrik Kullander, Pär Wästerby, Hampus Lundén, Lars Landström, Ultraviolet Raman cross sections of low-volatile chemical warfare agents.
- Pär Wästerby, Image analysis of detection papers.

- Pär Wästerby, Lillemor Örebrand, Micael Granström, Göran Ågren, T&E of CBR detectors.

3.11.5 Samarbeten och nyttiggörande

Det trilateral (Sverige med Nederländerna och Kanada) projektet ARCADIA, som behandlar frågeställningar rörande indikering och skydd mot C-aerosol löper enligt plan.

Ett utkast till ett *Technical Agreement* (TA) med Tyskland (WIS, Munster) under Europa MoU har beretts och behandlas för tillfället inom respektive organisation. Detta förslag till TA innefattar samarbete inom beröringsfri avståndsindikering av farliga ämnen och förhoppningen är att det kan slutföras och signeras under första halvåret 2020.

Diskussioner förs med USA (CCDC-CBC) i syfte att skapa ett *Project Agreement* inom *compressed sensing*, då främst för avbildande spektroskopiska tekniker för tillämpningar kopplade till snabb indikering av C-agens på olika ytor. Tanken är att samarbetet inleds 2021 och löper över fem år.

Avdelningsöverskridande samarbeten sker kontinuerligt med FOI på annan ort.

Kunskap och kompetens som byggts upp över tid i projektet är efterfrågad bland olika internt och externt finansierade projekt som spänner från, exempelvis, nya hot till direkt tillämpade projekt såsom utbildningsinsatser och transferprojekt till FM.

3.12 Spridning i luft, mark och vatten

3.12.1 Syfte

Projektets övergripande mål är att utveckla och säkerställa kompetens och förmåga för att tillhandahålla expertstöd inom spridningsberäkningar för FM och civila myndigheter. Expertstödet består i att tillhandahålla beslutsunderlag i form av spridningsberäkningar och att leverera beräkningsmodeller.

3.12.2 Övergripande projektmål

Arbetet med detta projekt ska leda till förstärkt kunskapsunderlag som ska kunna användas för att beskriva och initialt bedöma spridning av C-, B- och/eller R-ämnen i luft, mark- och/eller vattenmiljöer.

1. Förbättrad turbulensbeskrivning för högupplösta modeller, speciellt när det gäller randvillkor och beskrivning av turbulensspektra för partikelmodeller, för långväga spridning.
2. Utökad förmåga att hantera topografi och tunggaseffekter för snabba beräkningsmodeller.
3. Ökad kunskap inom deposition/resuspension (avdunstning) genom samverkan inom ett EDA-projekt (MODISAFE).
4. Förbättrad kunskap och metoder för inversmodellering för långväga spridning.
5. Förbättrad kunskap och metoder för osäkerhetsskattning av beräkningsresultat.
6. Ökad kunskap om spridningsegenskaper i mark genom utveckling och genomförande av experimentella spridningsförsök i mark.

Viktigt för projektet är omvärldsbevakning med konferensdeltagande och möjlighet att knyta an till aktuella händelser.

3.12.3 Delmål – framkomna resultat

Studien inriktas på syntetiska randvillkor för LES (a) och mesoskaliga fluktuationer för spridning på långa avstånd (b)

För att studera vindfält kring till exempel byggnader kan man behöva generera ett givet scenario med vindhastighet och turbulens. De förväntade turbulenta egenskaperna hos vindfältet kan appliceras på inflödesranden till beräkningsdomänen. En extern modell för syntetisk turbulens som fungerar väl för neutral atmosfärisk skiktning har använts⁶. Här appliceras modellen på strömning under stabil skiktning. Resultat från en vindtunnelstudie används som jämförelsedata. Mot markytan har LES ett inbyggt problem att turbulensens virvlar blir små och beräkningsgridet kan bli för glest för att kunna lösa upp turbulensen. Med gridförfining nära markytan blir resultatet bra. Alternativet att som randvillkor nära marken applicera syntetisk turbulens har undersökts under året.

Modellerna LPELLO och PUMA behöver utvecklas för att kunna beskriva de gravitationella effekter som följer med en icke-plan topografi

Tunggasbeskrivningen i spridningsmodellerna LPELLO och PUMA verifierades och validerades mot försöksdata från projektet Jack Rabbit II där stora mängder klor släpptes ut [1]. För interaktioner mot komplex geometri krävs ytterligare utveckling vilket kommer ske för LPELLO under 2020.

EDA-projektet MODISAFE ska studera turbulens i stabil skiktning, avdunstning och deposition från/på ytor med olika egenskaper samt karaktärisering av källtermer

Den juridiska överenskommelsen mellan de deltagande länderna blev försenad vilket innebär att MODISAFE inte kom igång under 2019.

Validering av invers spridningsmodell för skattning av okänd utsläppshastighet över tid med känd utsläppsplats. Parameterstudier avseende lämplig sampelstorlek i partikelmodellen samt lämpliga regulariseringsmetoder och optimeringsalgoritmer. Utvärdering av metoder för automatiska parameterval, baserade på mätdata

Skattning av källstyrka som varierar över tid har formulerats som ett kvadratisk program och lösts med MATLAB Optimization Toolbox [2]. Förhöjda halter av Cs-137 uppmättes under våren 2019 i flera av SSM:s filterstationer som finns utplacerade på sex platser i Sverige. Mätningarna användes som indata i en fallstudie som genomfördes av FOI. De inversalgoritmer som förbättrats under året pekade ut ett område runt Tjernobyl som trolig källa. De höga halterna deponerat radioaktivt material i området runt Tjernobyl i kombination med en kraftig skogsbrand som ägde rum där under aktuellt tidsfönster innebär att resultatet sannolikt är korrekt. Studien presenterades på The 13th CBRNe Protection Symposium.

Ta fram en beskrivning hur bra väderensembler verkligen representerar verkligheten samt välj ut och genomför några regionala fallstudier med kombinerade käll- och väderosäkerheter. Revidering av aerosolegenskaper.

På grund av personalomsättning och personalbrist har denna verksamhet ej genomförts under 2019.

En konstruktions- och byggbeskrivning av ett laboratoriebaserat och partiellt automatiserat lysimetersystem som kan hantera PF-flöde och BC-ämnen i normalfuktig och frusen jord, ska ha tagits fram och lysimetermaterial och komponenter för uppbyggnad av styrsystem har införskaffats

⁶ L. Davidson and S. Dahlstrom, Hybrid LES-RANS: An approach to make LES applicable at high Reynolds number, Int J Comput Fluid D, 19 (2005) 415-427.

Under årets inledning har litteratur över *preferential flow** (PF) i mark studerats i syfte att ta fram en ändamålsenlig konstruktion för simulering av PF-flöde för CBRN-ämnen. Utifrån litteraturstudien har två identiska lysimetrar byggts på så sätt att det är möjligt att i tre separata pipor simulera och följa ett PF-flöde. Vid inledande flödestester med enbart vatten konstaterades att PF-flödet inte uppnåddes som förväntat, vilket möjligtvis kan förklaras med för små skillnader i permeabilitet mellan de valda jordmaterialen. Arbetet fortsätter 2020.

* Särskilt snabba flödesvägar (rotkanaler, sprickor etc.) med stor betydelse för transport i mark ned till grundvatten, till exempel vid spridning av mjältbrandssporer

3.12.4 Leveranser och övriga publikationer

I samarbete med enheten för kärnvapenfrågor genomfördes en studie angående utsläpp från Ringhals vilken har accepterats för publikation i tidskriften *Pure and Applied Geophysics*.

- Ringbom, A. Axelsson, O. Björnham, N. Brännström, T. Fritioff, H. Grahns, S. Hennigors och M. Olsson. Radioxenon releases from a nuclear power plant - stack data and atmospheric measurements. *Pure and Applied Geophysics*.

Referens 1 är en rapport som är skapad i samarbete med EU-projektet EUSENSE.

[1] O. Björnham, H. Grahns och J. Burman. Comparison between the predictive results of the two dispersion models PUMA and LPELLO with the JR II field data. Under granskning för publikation i *Atmospheric Environment*.

[2] L. Persson, H. Grahns och R. Sigg. D6.1 EU-SENSE Report with algorithms specifications.

3.12.5 Samarbeten och nyttiggörande

I samverkan med anslagsprojektet *Effektmodeller* utvecklas modeller så att beräkning av skadeeffekter kan ske på ett integrerat sätt i mjukvaran *Dispersion Engine*. Samverkan på FOI sker med forskare inom B-området när det gäller utveckling av lysimetersystem och i arbetet med vetenskaplig dokumentation/publicering. Utveckling av spridningsmodellering inom urban miljö har under året skett i samverkan mellan *Effektmodeller* och EU-projektet *EUSENSE*.

2018 startade ett samarbete med DHS, DTRA och andra internationella instanser gällande utvärdering av spridningsmodeller med fältförsöksdata från projektet Jack Rabbit gällande storskaliga klorgasutsläpp. Detta samarbete fortsatte under 2019 och presenterades som en egen session på konferensen HARMO19.

Representant för projektet har deltagit i ett NATO JCBRND-CDG IMP möte i Prag och bidragit med stöd vad gäller spridningsberäkningar till FM/SkyddC för att bidra med stöd vad gäller spridningsberäkningar till FM-SkyddC i arbetet med att ta fram nya och förbättrade versioner av ATP-45.

Ett nyttiggörande av *Spridning i luft, mark och vatten* samt *Effektmodellens* verksamheter har under 2019 legat i att bistå Polismyndigheten i en utredning angående grovt miljöbrott.

3.13 Radionuklidmätningar för strålskyddstillämpningar

3.13.1 Syfte

Syftet med projektet är att kunna verka som en nationell expertresurs inom radionuklidmätningar för strålskyddstillämpningar kopplat till radioaktivt nedfall i Sverige

till följd av kärnenergiolyckor (det vill säga civilt fokus) eller kärnladdningsexplosion (militärt och civilt försvar). Projektet verkar som ett stöd för både FM och civila myndigheter i dess olika beslutskedjor kopplat till dessa händelser.

3.13.2 Övergripande projektmål

Förutom att fortlöpande vidmakthålla, utvärdera och vid behov vidareutveckla befintliga mätmetoder kommer det främsta projektmålet under projektets treåriga löptid vara att bygga upp ny kunskap med fokus på kärnvapenscenariot i forskningsgruppen. Genom att ha en god förståelse för vilka radionuklider som är prioriterade under olika tidsperioder och nukleära händelser, kan detta också komma att påverka behovet av metodutveckling för nya radionuklidmätningar.

3.13.3 Delmål – framkomna resultat

Vidmakthållande av befintliga mätförmågor

Under året har FOI deltagit i IAEA:s jämförelsemätning. Detta samfinansieras med medel från SSM. FOI erhöll godkänt resultat på samtliga mätningar.

Det har också gjorts en sammanställning av alla tidigare deltaganden i IAEA:s jämförelsemätningar sedan 2007. Resultaten visar att endast 3 % av alla rapporterade värden ej har blivit godkända 88 % har fått slutgiltigt *Accepted*, 9 % *Warning*. Syftet med genomgången var att se eventuella trender. Det kunde noteras att många av de resultat som ej var godkända berodde på problem med kalibreringar på gammadetektorerna. Detta har åtgärdats genom omkalibrering av våra detektorer (tidigare rapporterat under 2012 och 2016).

Ett utredningsarbete av en befintlig separationsmetod av plutonium har gjorts för att utreda vissa problem som har identifierats. Arbetet fortsätter under 2020 då detta är en metod som är prioriterad och används inom fler projekt och frågeställningar, *Karaktärisering av kärnämne och radioaktivt material samt Strålskyddsberedskapen*.

Vidareutveckla förmågor inom mätningar av radionuklider

Det har påbörjats ett arbete under 2019 gällande optimering av mätgeometrier för mätning med gammaspекtrometri. Arbetet slutförs 2020 och rapporteras i form av ett memo.

Litteraturstudie för kärnvapenscenariot med inriktning mot mätningar

Det har gjorts en omfattande litteraturgenomgång där kunskap, relaterat till radionuklidmätningar i samband med ett radioaktivt nedfall efter en kärnladdningsexplosion, har inhämtats och dokumenterats i form av en rapport. Denna innehåller prioriteringar för kommande behov av metodutveckling.

3.13.4 Leveranser och övriga publikationer

- Jonsson S. Kastlander J. Vidmar T., Ramebäck H., *Experimental validation of corrections factors for γ - γ and γ -X coincidence summing of ^{133}Ba , ^{152}Eu , and ^{125}Sb in volume sources*, J. Radioanal. Nucl. Chem. 323, 465-472.
- Ramebäck H., Holmgren Rondahl S., Jonsson S., Lagerkvist P., Tovedal A., Vesterlund A., Sammanställning av resultat från deltagande i internationella kompetensprövningar, FOI-R--4868--SE-0.0
- Jonsson S., Lagerkvist P., Tovedal A., Behov av nuklidspecifika mätningar efter en kärnladdningsexplosion, FOI-rapport, 2019.

3.13.5 Samarbeten och nyttiggörande

FOI är deltagare i den nationella strålskyddsberedskapen, vilket finansieras av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). I huvudsak används samma mätmetoder som inom *Radionuklidmätningar för strålskyddstillämpningar*.

Inom *Radioekologi* har medel från SSM till ett forskningsprojekt beviljats. Tidigare år har det tagits fram validerade metoder för gammaspektrometriska mätningar av olika matriser och geometrier vilket kommer till stor nytta i ovanstående nämnda projekt från SSM.

FOI:s deltagande i IAEA:s nätverk Almera har gett ett brett kontaktnät inom området där diskussioner nu pågår om möjliga framtida samarbeten. FOI initierade under 2019 ett möjligt samarbete att utvärdera lämplig yta i Sverige för genomförandet av kurs i provtagningsmetodik under IEAE:s regi. Samtalen kommer fortsätta under 2020 för att eventuellt mynna ut i en kurs under 2021. Ett sådant samarbete skulle gynna samtliga anslagsprojekt inom enheten för radioaktiva ämnen.

IAEA bedriver även forskning inom radioekologi varför denna kontakt kommer vara fortsatt viktig.

Under 2019 lämnades en ansökan in till *European Commission's Joint Research Centre* (JRC) i Geel att tillsammans med dem nyttja deras faciliteter till att karaktärisera 1-2 gammadetektorer under 2020. Ansökningen är beviljad och det kommer mynna ut i en rapport för sammanställning av de erhållna resultaten samt även eventuellt även publiceras i form av en vetenskaplig artikel.

SSM har finansierat metodutveckling och mätning av marina miljöprover med avseende på ^{14}C . Det har under 2019 publicerats en FOI-R rapport på detta. Denna utrustning och metodik kan komma att vara till stor nytta i kommande metodutveckling för mätning av radionuklider som är viktiga i kärnvapenfallet.

FOI har samfinansierat deltagande i ett NKS-projekt gällande mätningar i biologiska prover och prover från kärnkraftsavveckling (ICP-Biodec). Dessa samarbeten är värdefulla för kunskapsutbyte och skapande av nätverk.

Deltagandet i NESA (Nationella expertgruppen för sanering) har genererat ett gott kontaktnät på deltagande myndigheter. Som ett resultat av detta har en ansökan lämnats från Livsmedelsverket, SLV, till MSB för finansiering av ett projekt gällande förstärkt förmåga av mätning av strontium 90 i livsmedelsprover. FOI har tillfrågats om deltagande som konsult i det arbetet.

Identifiera och verifiera

Området omfattar utveckling av metodik för analys och identifiering/verifiering av kemiska, biologiska och radioaktiva ämnen. Här sker även utveckling av forensiska metoder för de olika ämnesgrupperna. Olika markörer studeras för att bland annat kunna verifiera att exponering skett.

3.14 Dosimetri och strålskydd

3.14.1 Syfte

Projektet ska säkerställa och utveckla kunskap som är nödvändig för att utgöra ett nationellt expertstöd inom mätning samt beräkning av stråldos med strålskydd som huvudsyfte. Vidare ska projektet utgöra en nationell expertresurs för FM samt civila myndigheter i att förebygga

och hantera effekterna av händelser som omfattar radioaktiva ämnen samt stråldosbestämning från en eventuell kärnvapendetonation inklusive dess neutronflöden och initialstrålning.

3.14.2 Övergripande projektmål

Den förnyade hotbilden med kärnvapen har medfört ett ökat behov av kompetens inom dosimetri med ett skiftande fokus från lågdosområdet till högre doser och de akuta risker detta medför. Tyngdpunkten i projektet kommer att ligga i att utveckla förmågan i beräkningar av stråldos, både via extern- och intern bestrålning (radionuklider i kroppen). Ett annat syfte med projektet är att innefatta kompetens rörande medicinska effekter från joniserande strålning.

3.14.3 Delmål – framkomna resultat

Projekt *Dosimetri och strålskydd* fokuserar på tre delområden, där de två första är *bestämning av stråldoser från omgivning* (extern dosimetri) samt *kontamination i människa*, genom intag av radioaktiva ämnen, via inhalation eller oralt intag (intern dosimetri). Projektet är inne på första året av tre i projektperioden. Under året har modeller för beräkning av extern stråldos till människa utvecklats och verifierats för strålningsgeometrier där den radioaktiva kontaminationen har en oändlig eller semi-oändlig utbredning i luft eller på/i mark. En litteraturstudie har också genomförts gällande aktuella verkansradier för effekter av initialstrålning, värmestrålning och luftstöt våg vid en kärnvapendetonation. Gällande intern dosimetri har kompetensuppbyggnad för, i första hand, exponering via inhalation påbörjats. Under året så har stråldosberäkningar gällande inhalation av bildad radioaktivitet vid fission av ^{235}U genomförts och dessa resultat kommer att presenteras i en rapport under 2020. Det tredje fokusområdet för projektet är att återta kunskap och kompetens inom området *medicinska effekter från joniserande strålning*. Detta arbete kommer att påbörjas under nästa år. Projektet medverkar även i en NATO-Grupp, DIMP som arbetar med revidering av en NATO-handbok, AEP-66. Vidare har projektet under 2019 deltagit i ett forskningsprojekt tillsammans med Åbo universitet där mineralen Hackmanits känslighet för joniserande strålning studerats.

Projektet har också medfinansierat ett doktorandarbete med mål att ta fram metoder för spektrometriska mätningar av lågenergetiska gammastrålande radionuklider i fält.

Slutligen har insatser skett under året för att slutföra två tidigare arbeten. Dessa är dels ett arbete gällande färdigställande och rapportering av en mjukvara för att beräkna koncentrationen av en markbeläggning med hjälp av gammaspektrometriska mätningar i fält. Det andra arbetet har gällt att utreda vilken statistisk metod som ska ligga till grund vid mobil sökning efter strålkällor i fält och detta arbete presenteras i en peer-review artikel under 2020.

3.14.4 Leveranser och övriga publikationer

- J B Gogani, G Ågren, "Organ and effective doses for FOI mathematical phantoms due to environmental photon exposures", FOI-R--4911--SE-0.0, 2019.
- J B Gogani, G Ågren, "Cut-off distances for environmental photon exposures", FOI-D--0901--SE, 2019.
- L Ahlinder, J B Gogani, "Densitet och elementär sammansättning i svenska tätorter", FOI-D--manuskript inskickat, 2019.
- J B Gogani, C Lejon, G Ågren, "Modifiering av FOI:s manliga standardfantom för bestämning av stråldos till endosteum", FOI Memo-manuskript inskickat, 2019.

- N Palmqvist, J B Gogani, ”Verkansradier för joniserande initialstrålning vid en kärnvapendetonation - en jämförelse med andra verkansformer” FOI-R--4910--SE-0.0., 2019
- J B Gogani, M Granström, G Ågren, ”FOI:s mobila system för mätning av radioaktiv kontamination i människa – jämförelse mellan kalibrering med ¹⁵²Eu och ¹³⁷Cs.”, FOI Memo-manuskript inskickat, 2019
- A Forsberg, K Lidström, ”Modeller och metoder för fältgammaspectrometri”. FOI-R--4917--SE-0.0, 2019.
- A Hedman, M Granström, L Johansson, G Ågren, H Ramebäck, ”*In situ* gammaspectrometri vid låga energier: Semi-empirisk kalibrering av en semiplanar HPGe-detektor för mätningar i närgeometri.”, FOI-R—4729, 2019.
- Verksamhetsrapport 2019 för projekt Dosimetri och strålskydd. FOI Memo-manuskript inskickat, 2019.

3.14.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektets verksamhet sker i dialog och samarbete med ett flertal andra anslagsfinansierade projekt vid FOI där närliggande eller kopplade frågeställningar återfinns. Dessa projekt är till exempel *Radioekologi*, *Effektmodeller*, *BR-Skydd*, *CBRN-sanering* samt *Radionuklid-mätning för strålskyddstillämpningar*. Även projekt inom forskningsdelområdet Kärnvapen finns med i denna lista.

Vidare så nyttjas kompetens och kunskap i extern finansierade projekt där myndigheter som till exempel SSM, MSB, SLV och Jordbruksverket ingår. Diskussioner med andra myndigheter om framtida uppdrag pågår. Den kunskap som finns inom dosberäkningar nyttiggörs löpande gentemot FM som stöd i deras arbete med att se över regelverk för agerande vid en situation där Sverige drabbats av effekterna av ett kärnvapen. Kunskapen används också löpande i FOI:s arbete som expertstöd till den nationella strålskyddsberedskapen, där vi av SSM är kontrakterade att delta.

Projektet ingår också i ett internationellt samarbete med universitet i Åbo där kompetens och kunskap nyttiggörs.

3.15 Kemisk analys av hotämnen – för FM behov

3.15.1 Syfte

Projektets syfte är att utveckla metoder och arbetssätt för provtagning, analys och identifiering av kemiska hotämnen med fokus på FM:s behov.

Framtagna metoderna används vid en C-händelse för att i ett initial skede förse taktisk och operativ chef med ett snabbt beslutsunderlag för hantering av C-händelsen. I det längre perspektivet används resultaten i operativt/strategiskt syfte för exploaterings/forensiska utredningar av C-händelsen.

3.15.2 Övergripande projektmål

Under projektperioden 2017-2019 är projektet inriktat på inkapaciterande ämnen som bedöms kunna ha potential att användas i antagonistiska syften. Med prioritet på ämnesgrupperna, fentanyl och kravallbekämpningsmedel som modellsystem, etableras metoder att användas vid exploaterings/forensiska utredningar för matchning och

profilering av beslag. Vidare bearbetas provtagningsrekommendationer och analysmetoder för fält och laboratoriebruk.

Inom projektet utvecklas kontinuerligt förmågan till expertfunktion mot CBRN-enheter och dessa enheters förmåga till fältanalys. Under innevarande projektperiod har projektet främst utvecklat och förbättrat förmågan till fältanalys.

3.15.3 Delmål – framkomna resultat

Analys av inkapaciterande ämnen

Fentanyl är en syntetisk opiod som är tänkt att användas för smärtlindring. Analogier av fentanyl har använts som inkapaciterande ämne av ryska polisära myndigheter i form av *knock-out* gas vid åtminstone en gisslansituation. På den svenska missbrukarmarknaden förekommer och används olika fentanylanaloger vilka i princip är lagliga men förbjuds successivt enligt skärpt narkotikalagstiftning. Det illegala produktionsledet modifierar kontinuerligt fentanylanalogerna för att undgå lagstiftningen. Den förmåga som projektet byggt upp under projektperioden för identifiering av nya fentanylanaloger har sammanställts i en FOI rapport [1].

För att extrahera information ur ett beslag analyseras alla ingående komponenter såsom restprodukter från syntes och/eller tillsatsämnen för administrering av det verksamma ämnet. Den kemiska profilen kan användas för att spåra ursprunglig tillverkningsmetod av ämnen och användas för matchning av olika beslag. Under 2019 har förmåga till forensisk profilering, för att spåra produktionsmetoder av olika fentanylanaloger, publicerats i internationell vetenskaplig tidskrift [2].

För att utveckla vår förmåga att extrahera information genom kemisk profilering användes ”hemmagjord” pepparspray tillverkad av olika chili varieteter för att bygga multivariata modeller. Arbetet visade att det går att utläsa information om art, varietet och inköpsställe. Arbetet har publicerats i en internationell vetenskaplig tidskrift [3].

Analys av pesticider

Pesticider är per definition toxiska ämnen och kan missbrukas som hotämne. En analysmetod har etablerats baserat på högupplösande masspektrometri för att öka befintlig förmåga till analysstöd vid en C-händelse. Förmågehöjningen innebär att vi går från att selektivt analysera med avseende på enskilt misstänkt ämne till en mer förutsättningslös analys som simultant samlar data om alla i provet ingående ämnen samtidigt som metoden selektivt söker efter ca 200 pesticider [4].

Kemisk profilering av fältanalysdata från portabel GC/MS

För att utveckla förmågan att arbeta med kemisk profilering med data insamlat vid skadeplats med portabel GC/MS (GC/MS 10/HAPSITE) genomfördes ett arbete med brandfarliga lösningsmedel som bensin, diesel, spolarvätska, terpentin etc. Dessa produkter består av en mängd olika ämnen där det krävs erfarenhet från operatören att från en rad identifierade ämnen koppla blandningen till rätt produkt. Nationellt Forensiskt Centrums brandgrupp tillhandahöll referensdata från brandfarliga produkter som projektet använde för att ta fram modeller för klassificering och identifiering baserat på kemisk profilering. Modellerna, som bygger på laboratedata, anpassades till FM:s portabla GC/MS-begränsningar och testades med framgång mot data insamlat med det portabla systemet. Arbetet visar på möjligheten att använda data från de operativa enheternas fältanalysinstrument för att extrahera mer avancerad information i *reach back* ledet.

3.15.4 Leveranser och övriga publikationer

Under 2019 har följande arbeten levererats eller publicerats:

- Masspektrometrisk analys av fentanylanaloger. Lina Mören, Johanna Qvarnström, Tobias Tengel och Anders Östin, FOI-Rapport *manuskript*.
- Attribution of fentanyl analogue synthesis routes by multivariate dataanalysis of orthogonal mass spectral data. Lina Mören, Johanna Qvarnström, Magnus Engqvist, Robin Afshin-Sander, Xiongyu Wu, Johan Dahlén, Christian Löfberg, Andreas Larsson, Anders Östin *Talanta* 203 (2019) 122–130.
- Origin identification of homemade pepper spray by multivariate data analysis of chemical attribution signatures. Lina Mören, Sebastian Jonsson, Tobias Tengel och Anders Östin. *Forensic Science International* 304 (2019) Article 109956.
- Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri. Qvarnström, J., D. Jansson, and A. Östin, FOI Memo 6942.
- Multivariat dataanalys av NFC:s referensdata på brandfarliga vätskor med anpassning till analys med portabel GC-MS Lina Mören och Anders Östin, FOI-R—4794--SE.

3.15.5 Samarbeten och nyttiggörande

Samarbetet med projektet *Kemiska Toxiska Ämnen* är en förutsättning för att kunna genomföra metodutveckling för profilering av hotämnen. Nationellt Forensiskt Centrum har deltagit med kunskap om illegal hantering av inkapaciterande ämnen i Sverige och tillhandahållit beslag och mätdata som studerats vidare inom detta projekt. Resultatet från arbetet blir ny eller förhöjd förmåga, till att inte bara erhålla identifiering av hotämnen utan även tillhandahålla forensisk/underrättelseinformation från kemisk analys.

Utveckling av fältanalys bedrivs i samarbete med FM/SkyddC och MSB/Avancerad Indikering som tillhandahåller fältanalysinstrument och stöd vid utveckling av fältanalys.

3.16 Kemisk analys av riskkemikalier – för behov inom civil krisberedskap

3.16.1 Syfte

Projektet syftar till att upprätthålla och utveckla kompetens och analytiska metoder för att öka samhällets förmåga att utreda händelser som omfattar kemiska riskkemikalier. Antagonistisk användning av riskkemikalier som toxiner och toxiska industrikemikalier i attacker mot enskilda eller grupper av människor utgör ett hot för Sverige och svenska insatser i krisområden. Projektet avser att utveckla analytiska verktyg för att påvisa exponering för toxiska industrikemikalier samt identifiering av toxiner.

3.16.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande projektmål är att förbättra metoder och verktyg för att analysera riskkemikalier med relevans för det civila samhället och därigenom bygga förmåga till att stödja beredskapsmyndigheter. Verksamhetsfokus för den kommande treårsperioden är att:

- Utveckla verktyg för att möjliggöra exponeringskontroll för giftiga kemikalier som till exempel kondenserade gaser.
- Vidmakthålla och vidareutveckla FOI:s förmåga till forensisk analys av farliga toxiner som ricin.

3.16.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två delprojekt, ett som behandlar exponeringsmarkörer för klorgas och ett som behandlar kemisk analys av toxiner. Nedan anges delmålen för respektive delprojekt samt resultat av dessa för år 2019.

Exponeringsmarkör klorgas:

Validera metod för masspektrometrisk analys av klorgasmarkörer. Genomföra försök för att utvärdera exponeringsmarkörens "livslängd" för att bedöma hur länge den går att upptäcka i biomedicinska prover.

En övergripande studie av utvecklingen inom området exponeringsmarkörer för klorgas är genomförd och är sammanställd i ett FOI Memo. Studier visar att FOI:s markör för klorgasexponering är mätbar i lungvätska i 72 timmar efter exponering av försöksdjur. Exponeringsmarkören identifierades initialt i lungsköljvätska, vilket är en biomedicinsk matris från vilken det är svårt att ta prover utan avancerad medicinsk utrustning. Detta medför att det kan vara tidskritiskt att genomföra provtagning av skadade om lång transport till ett universitetssjukhus krävs. Det fortsatta arbetet har därför varit inriktat på att undersöka förekomst av markören i andra biomedicinska provtyper än lungsköljvätska. En vidareutvecklad analysmetod har förbättrat känsligheten på den kemiska analysen av exponeringsmarkören. Metoden har möjliggjort mätning av exponeringsmarkören i serumprover från klorgasexponerade möss (FOI Memo 6812). En ny studie har visat att det även går att använda nässköljvätska för att påvisa exponering. Detta är ett stort genombrott och ett manuskript för publicering i internationell vetenskaplig litteratur är under beredning. Arbetet förväntas att publiceras under våren 2020.

Kemisk analys av toxiner:

Optimera den affinitetsligand som används för upprening av ricin från prover med komplex matris inför masspektrometrisk analys

Optimeringen av uppreningsmetoden för ricin, baserat på dess förmåga att binda till kolhydraten galaktos, har varit framgångsrik. Galaktosaffinitet har tidigare utnyttjas för att rena fram toxiner från olika typer av prover med komplex sammansättning av andra ämnen, till exempel mat. I den befintliga metoden används kolonner packade med affinitetsmaterial bestående av polymerkulor med kopplade galaktosligander. Metoden är bra men det kan uppkomma problem då kolonnerna används upprepade gånger. Detta då det är svårt att helt tvätta ren kolonnen efter att ett prov med hög halt av till exempel ricin har behandlats med metoden. Därför kan det uppkomma blankvärden, det vill säga att det uppkommer en falsk signal av toxin i "rena" prover som har kontaminerats under upparbetningen. Målet för optimeringen år 2019 var att lösa detta problem genom att använda engångsmaterial i den nya metoden. Ett sådant engångsmaterial är så kallade magnetiska kulor för affinitetsrening. Genom att koppla en variant av den galaktosmolekyl som har använts tidigare till de magnetiska kulorna kan metoden överföras till det nya engångsformatet. I arbetet har även dendroner utnyttjats för att öka koncentrationen av galaktos på de magnetiska kulorna. Detta för att möjliggöra att ricin, som har två bindningsfickor för galaktos, kan bindas hårdare till de magnetiska kulorna. Detta arbete har varit framgångsrikt och kommer att avslutas under år 2020. Överföringen av metoden till magnetiska kulor var ämnet för ett akademiskt examensarbete under våren 2019.

3.16.4 Leveranser och övriga publikationer

- Egenskaper hos klorohydriner av fosfatidyllipider som markörer för klorgas-exponering. FOI Memo, under tryckning.
- Studie av förekomst av klorohydriner av fosfatidyllipider i serum från klorgas-exponerade möss. FOI Memo 6812.

- Slutrapport 2017-2019: Kemisk analys av riskkemikalier för behov inom civil krisberedskap. FOI Memo, *under tryckning*.
- Examensarbete Ida Hedlund, Development of Magnetic Bead Based Galactose Affinity Method for Ricin Purification, Biomedicin, Umeå universitet.

3.16.5 Samarbeten och nyttiggörande

Arbetet med exponeringsmarkörer för klorgas genomförs i nära samarbete med Fö-projektet *Effekter av toxiska kemikalier* som bidrar med prover från klorgasexponerade försöksdjur och bedömningar av de mekanismer som är inblandade i metabolism av klorgasmarkörerna.

Arbetet med att utveckla en affinitetsmetod för ricin baserat på galaktos och magnetiska kulor genomförs i samarbete med projektet DHS *Forensisk analys av biologiska toxiner* som finansieras av MSB.

Metoder som utvecklas inom projektet kommer att nyttiggöras i FOI:s analysverksamhet, till exempel arbetet i det OPCW designerade analyslaboratoriet. Dessutom avses kunskap att spridas genom publicering i internationella vetenskapliga tidskrifter.

3.17 Analys av biomarkörer

3.17.1 Syfte

Projektet syftar till att öka samhällets förmåga att retrospektivt kunna verifiera att människor exponerats för toxiska ämnen som finns på kemvapenkonventionens listor.

3.17.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande mål är att studera vilka ämnen som fysiologiskt bildas vid exponering för kemiska stridsmedel (exponeringsmarkörer) samt att utveckla och förbättra analytiska metoder för dessa.

3.17.3 Delmål – framkomna resultat

Under året har en ny immunomagnetisk extraktionsmetod för butyrylcholinesteras (BuChE) från blodplasma utvecklats och optimerats. Antalet nervgaser som kan verifieras med metoden har utökats så att alla klassiska nervagens omfattas. Metoden har under året använts vid OPCWs 4:e kompetensprövning för biologiska prover (bioPT4).

Metoden innebär en avsevärd förbättring i både känslighet och analyskapacitet (prov/dag) med ca en faktor 10.

3.17.4 Leveranser och övriga publikationer

- En ny ROP för analys av plasmaprover för verifikation av nervgasexponering har skrivits.
- En FOI-D rapport håller på att färdigställas och kommer att vara klar under Q1 2020, rapporten avhandlar utvecklingen av immunomagnetisk extraktion av BuChE för verifikation av alla klassiska nervgaser.
- Slutrapport för projektets verksamhet under åren 2017-2019 har levererats som ett FOI Memo.

3.17.5 Samarbeten och nyttiggörande

Inom projektet *C-verifikation* (A4954) har den nya ROP:en för analys av nervgasaddukter till tyrosin (metod utvecklad tidigare under projektperioden) validerats och ska implementeras. Validering av metoden för immunomagnetisk extraktion och LC-MS/MS analys av nervgas addukter till BuChE har påbörjats också det inom *C-verifikation*.

3.18 Teknikutveckling B

3.18.1 Syfte

Projektet syftar till att säkerställa och utveckla kunskap genom att följa teknikutvecklingen och anpassa sekvenseringsbaserade DNA-tekniker och analysmetoder för identifiering och källspårning av framförallt B-agens som kan betraktas som antagonistiska hot. Syftet är att förbättra förmågan att identifiera B-ämnen i komplexa miljö- och vävnadsprover samt förmågan att spåra dess ursprung och kunna skilja naturliga utbrott från avsiktlig spridning. Metoder som utvecklas är applicerbara både på smittämnen samt generella utsläpp och kontamineringsringar av miljömatiser som till exempel vatten- och luftprover.

3.18.2 Övergripande projektmål

Projektets långsiktiga mål är att utveckla sekvensbaserad DNA-metodik som kan identifiera alla mikroorganismer i ett prov, inklusive alla patogener, och att leverera högupplösande identifierings- och källspårningsmetoder för att stärka FOI:s operativa analysförmåga. Genom att utveckla och anpassa de senaste sekvenseringsteknikerna har projektet som mål a) förutsättningslös identifiering av patogener direkt i komplexa miljö- och vävnadsprover samt b) högupplösande karakterisering av patogener i komplexa prov för att och kunna skilja naturliga utbrott från avsiktlig spridning och härleda ursprung.

3.18.3 Delmål – framkomna resultat

Utvärdera DNA sekvensbaserad detektion och högupplösande karakterisering av patogener direkt i vävnadsprover med homogen eukaryot bakgrund (djur, människa, olika cellinjer)

Tidig upptäckt och identifiering vid avsiktlig spridning av B-agens är avgörande för att initiera motåtgärder och därmed mildra konsekvenserna. Globalt avsätts stora resurser för att utveckla teknik och system för identifiering och karakterisering av B-agens. Det finns för närvarande inget enda system som kan upptäcka alla B-agens i ett prov. Dagens metoder kräver en nivå av förkunskaper som inte alltid finns. Dessutom kan inte genetiskt modifierade B-agens identifieras. När det inte finns någon bakgrundsinformation om innehållet i ett prov (det vill säga prov med okänt innehåll), är förutsättningslös DNA-sekvensering den detektionsmetod som för närvarande har bäst förutsättning att identifiera alla organismerna i provet. Men trots den explosionsartade utvecklingen inom DNA-sekvensering de senaste åren finns fortfarande ett antal utmaningar kvar att lösa.

En utmaning är att kliniska prover oftast innehåller stora mängder homogen bakgrunds DNA (>99 % bakgrund). För att kunna identifiera och karakterisera egenskaper på en främmande organism, som finns i låga mängder i sådana prover på ett enkelt DNA-sekvenserings-instrument, krävs någon form av selektiv sekvensering. Vi har utvärderat flera olika strategier för detta med varierande framgång. En framgångsrik metod som vi optimerat under året är selektiv anrikning av hela bakteriegenom i humana och djurprover. I det optimerade protokollet tar anrikningen tre timmar plus tid för DNA sekvensering, som beroende på vilken metod som används tar mellan 1-12 timmar, det vill säga det är fullt möjligt att genomföra analysen under en arbetsdag. Som modell har vi genererat komplett

genominformation på *Francisella tularensis* (harpestbakterien) från skarpa kliniska human- och djurprover från 2019 års harpestepidemi i Sverige. Detta möjliggör på ett enkelt och relativt snabbt sätt att epidemiologiska och bioforensiska undersökningar kan genomföras utan att proverna behöver odlas.

Utvärdera DNA sekvensbaserad detektion och högupplösande karakterisering av patogener direkt i komplexa miljöprover med heterogen eukaryot och prokaryot bakgrund (vatten, luft, vektorer och ytprover)

En annan utmaning är prov med dominerande heterogen bakgrund (vatten, luft, vektorer, ytprover) bestående av alla typer av organismer (>99,9 %). På grund av den heterogena bakgrunden har andra anrikningsmetoder utvärderats. I samarbete med USA (Northern Arizona University) har vi utvärderat en variant som bygger på hundratals syntetiserade DNA-oligonukleotider (120 nukleotider långa) som är designade att täcka huvuddelen av genomet på *Francisella* samt att inte hybridisera mot bakgrund DNA-sekvens. Detta bibliotek av oligonukleotider är uppbundna på magnetkulor som gör det enkelt att extrahera DNA som specifikt hybridiserat och sedan sekvensera. Metoden verkar mycket lovande men en nackdel är att den är dyr och relativt tidkrävande (hybridisering över natt).

För att enkelt screena miljöprover för innehåll av *Francisella* bakterier, dvs. identifiera prover som är intressanta att gå vidare med att DNA-sekvensera, har vi utvecklat en ny generell PCR för *Francisella* som även täcker in miljöbakgrund (Cronhjort *et al.*, 2019). Denna metod har vi applicerat på att screena komplexa fästingprover och för svenska och finska fästingar är resultaten negativa, däremot har vi påvisat och sekvenserat *Francisella* genom under året från fästingar isolerade i Portugal och Grekland.

Genomförande av projekten B2Forensics (EDA ICET2 projekt) och Dricksvattenrisker (samverkan med Livsmedelsverket inom 2:4 beredskapsanslaget)

EDA projektet B2Forensics (JIP-ICET2) har slutrapporterats under 2019. Projektet genomfördes i samverkan med Bundeswehr Institute for Microbiology, Tyskland, Army Medical Center, Italien och DGA-NRBC/University Paris-Saclay, Frankrike. Projektet syftade till att utvärdera användbarheten av DNA-sekvenseringsteknik för förutsättningslös identifiering av B-agens i miljöprover. DNA från olika vatten och luftfilter, med och utan tillsats av varierande halter av potentiella hotagens, extraherades och sekvenserades. Validerade protokoll (SOPar) för DNA preparation från dessa matriser utvecklades. Två olika alternativa sekvenseringsmetoder utvärderades, Illumina och Nanopore. Totalt avlästes flera miljarder baspar DNA-sekvens. För att kvalitetssäkra den efterföljande bioinformatiska analysen, etablerades optimerade modulära sekventiella mjukvaruprotokoll (s.k. pipelines, Svensson *et al.*, 2019). Vidare sekvenserade referenspopulationer av *Bacillus*, *Yersinia*, *Brucella* och *Francisella* för att dels förbättra redan existerande databaser men också för att använda rådata från dessa sekvenseringar för att simulera närvaro i olika halter utav de olika sekvenserade isolaten i den komplexa DNA-sekvensbakgrund som luft och vatten utgör. Med dessa verktyg var det möjligt att verifiera säkerheten i klassificeringen till rätt art och subart. Resultaten visade att även i ett mycket utmanande scenario med avseende på biologisk bakgrund – avloppsvatten – är DNA-sekvensering med ett sekvensinstrument av mellanklass (Illumina NextSeq) bara 10 till 100 gånger mindre känslig än PCR, men med en unik fördel, olika B-agens kan klassificeras hela vägen ned till subart och en subarts unika egenskaper kan predikteras med avseende på antibiotikaresistens och virulens. Till exempel kan, i en förutsättningslös analys, de närbesläktade bakterierna *B. cereus* och *B. thuringiensis* särskiljas från *B. anthracis*. Den känslighet som uppnåddes i en 24 timmars luftuppsamling var jämförbar eller bättre än PCR (Illumina NextSeq). Sekvensering av dricksvatten med ett toppklassinstrument (Illumina NovaSeq) ger bättre känslighet och klassificering än PCR. Projektet visade att sekvenseringstekniker redan är tillräckligt mogna för att börja planera utvecklingen av prototyper för optimerat prov- och dataanalys, men många utmaningar kvarstår. Analyserna är i de flesta fall fortfarande dyra och tidskrävande, även om vi under året har implementerat nya flödesceller för nanopore-

sekvensering som endast kostar ca 100 kr per analys och analysen kan ske inom någon timme men då är känsligheten för närvarande inte tillräcklig. Känsligheten för förutsättningslös DNA-sekvensering är linjär med mängden data som genererats (antal baser som avlästs) och för att uppnå känsligheter som motsvarar infektionsdos i prover med hög biologisk bakgrund för de mest infektiösa mikroorganismerna, krävs för närvarande dyra och tidskrävande analyser på toppklassinstrument. Vi har identifierat två viktiga aspekter som också måste förbättras. Det är kunskapen om de relevanta patogenerna men minst lika viktigt är kunskapen om de närmaste släktingarna till de mikroorganismer som orsakar sjukdom. Inom det första området sker en ständig utveckling, men inom det andra krävs fler ansträngningar. Per definition är de närmaste släktingarna vanligtvis inte eller mycket måttligt patogena för människor och djur och är följaktligen inte intressanta att studera, men eftersom förutsättningslös DNA-sekvensering av miljöprover även identifierar alla nära släktingar, och hela klassificeringen bygger på genetisk distans (fylogeni), måste även de nära släktingarna kartläggas (dvs. den biologiska mångfalden), för att de sjukdomsframkallande varianterna ska kunna särskiljas korrekt.

Även 2:4 projektet Drickvattenrisker har slutrapporterats under 2019. Projektet har genomförts i samverkan med Livsmedelverket, Lund universitet, Svenskt Vatten, SGU, Umeå universitet och Chalmers. Projektet har syftat till att utvärdera olika barriärer för beredningseffektivitet för rening av dricksvatten. FOI:s del i projektet har varit att analysera barriärverkan (sandfilter och UV-filter) och diversitet i svenska ytvatten samt att utveckla lättanalyserade kvalitetsmarkörer för bedömning av beredningseffektivitet. Genom att använda en kombination av flödescytometri och DNA sekvensering har den bakteriella reduktionsgraden över de olika barriärerna bestämts samt hur den mikrobiella taxonomiska sammansättningen förändras före och efter rening. Genom denna analys har det varit möjligt att identifiera vad olika barriärer renar bort och vilka grupper av bakterier som passerar och att etablera en statistisk modell av reduktionsförmåga hos olika vattenverk. I samarbete med främst Lunds universitet har liknande metodik använts för att kartlägga hur det mikrobiella samhället i råvatten påverkas efter passage genom UV-filter. Slutsatserna är att den mikrobiella sammansättningen påverkas avsevärt och en selektion för mikroorganismer som överlever UV-behandlingen sker. Dock avdödas de bakteriegrupper som innehåller de flesta sjukdomsframkallande arterna.

3.18.4 Leveranser och övriga publikationer

- Cronhjort, S., Wilhelmsson, P., Karlsson, L. Thelaus, J., Sjödin, A., Forsberg, P., Lindgren, P-E. (2019) The Tick-Borne Diseases STING study: Real-time PCR analysis of three emerging tick-borne pathogens in ticks that have bitten humans in different regions of Sweden and the Åland islands, Finland', *Infection Ecology and Epidemiology*. Taylor & Francis, 9(1). doi: 10.1080/20008686.2019.1683935.
- Svensson, D., Sjögren, R., Sundell, D., Sjödin A., Trygg J. (2019) doepipeline: a systematic approach to optimizing multi-level and multi-step data processing workflows. *BMC Bioinformatics* 20, 498 doi:10.1186/s12859-019-3091-z.
- Koene, M. Rijks, J., Maas, M. Ruuls, R., Engelsma, M., van Tulden, P., Kik, M., IJzer, J., Notermans, D., de Vries, M., Fanoy, E., Pijnacker, R., Spierenburg, M., Bavelaar, H., Berkhout, H., Sankatsing, S., Diepersloot, R.,
- Myrtenäs K., Granberg, M., Forsman, M., Roest, H-J., Gröne, A. (2019) Phylogeographic Distribution of Human and Hare *Francisella Tularensis* Subsp. *Holarctica* Strains in the Netherlands and Its Pathology in European Brown Hares (*Lepus Europaeus*), *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 9(February). doi: 10.3389/fcimb.2019.00011.

- Livsmedelverkets Samarbetsrapport. (2019). Bevattningsvattenkunskapsunderlag. Rapport S 2019 nr. 02. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1358413&dswid=-7538>
- Livsmedelverket Samarbetsrapport. (2019). Handbok Dricksvattenrisker – Dricksvattenberedning. Rapport S 2019 nr. I tryck
- European Defense Agency Research and Technology project JIP-ICET2 A-1341-RT-GP (2019). Bioforensics for Biodefence. Cutting edge technologies to evaluate the dangerousity of a biological sample and trace its origin. B2-forensics final report (March). <https://ecp.eda.europa.eu/R/ICET2B2forensics/Pages/Home.aspx>
- Pullerits K, Ahlinder J, Holmer L, Salomonsson E, Öhrman C, Jacobsson K, Dryselius R, Forsman M, Paul CJ, Rådström P (2019) Impact of UV irradiation at full scale on bacterial communities in drinking water. Submitted npj Clean Water.

3.18.5 Samarbeten och nyttiggörande

Inom detta projekt sker samarbete med Umeå universitet/NUS och NAU, USA för utveckling av metoder för anrikning av patogener från komplexa prover. Inom B2Forensics har vi samarbetat med Frankrike, Tyskland, Italien. Dricksvattenrisker har varit ett samarbete med Livsmedelverket, Lund universitet, Svenskt Vatten, SGU, Umeå universitet och Chalmers. Ett nytt dricksvattenprojekt (2019-2021) har initierats under 2019 "Nationell expert- och analysstöd för förutsättningslös identifiering av hälsofaror i vatten vid kris och höjd beredskap" i samarbete med SLV, SVA, VAKA, Sydvatten och Svenskt Vatten. Resultaten utvecklar den potential som finns med förutsättningslös DNA-sekvensering att identifiera innehåll av mikroorganismer, inklusive patogener, i olika prov såväl kliniska som komplexa miljöprover (luftfilter, avloppsvatten, råvatten och dricksvatten). Denna kompetens är viktig för att spåra eventuella B-sabotage via dricksvatten eller luft, men också för att säkerställa kvalitén på dricksvatten i allmänhet, som är en viktig samhällsresurs. Vidare visar också verksamheten behovet och nyttan samt utmaningar med referensmaterial, både stamkollektioner och genomreferensdata, för upprätthållande av *reach back* funktion och utveckling och validering av detektionsmetoder, men också för att öka förmågan att skilja naturliga sjukdomsutbrott från avsiktlig spridning av smittämnen.

3.19 Metodik för operativt stöd B

3.19.1 Syfte

Syftet med projektet är att bibehålla och utveckla befintlig förmåga för att upprätthålla B-laboratorieberedskap som stöd till FM, Civilt Försvar och svensk krisberedskap.

3.19.2 Övergripande projektmål

Det övergripande projektmålet är att ständigt utveckla grundkompetens och infrastruktur som stöd till FM:s behov inom B-analys samt komplettera de andra svenska civila beredskapsmyndigheternas laborieförmåga inom det civila B-området till nytta för svensk krisberedskap och Civilt Försvar.

3.19.3 Delmål – framkomna resultat

Utveckling av kunskap till stöd för det nationella nätverket Forum för Beredskaps Diagnostik (FBD)

Bilaga 1

FOI har fortsatt att stärka beredskapsförmågan avseende identifiering av riskklass 3 mikroorganismer genom samverkan inom Forum för BeredskapsDiagnostik (FBD). Detta nätverk har fortsatt att utvecklas och under 2019 startades ett nytt projekt inom FBD, *Förstärkning och totalförsvarsanpassning av beredskapsdiagnostik för att kunna verka under störda förhållanden och i samverkan mellan civila och militära aktörer vid höjd beredskap och krig.*

Syftet med projektet är att med MSB:s och FM:s grundsyn som bas planera hur civil-militär samverkan inom mikrobiologisk beredskapsdiagnostik (i detta fall FBD) ska fortskrida. Projektet är uppdelat i fyra delprojekt;

- Uppbyggnad av samverkansstrukturer, rutiner och beslutsvägar för *reach back* och en fungerande analyskedja när FM behöver stöd från civila myndigheter
- Säkrande av kritisk mikrobiologisk diagnostikförmåga och reagensförsörjning under störda förhållanden och höjd beredskap
- Alternativ laboratorieplats under störda förhållanden
- Fördjupad dialog och utbyte med de nordiska länderna för laboratieförmåga under störda förhållanden och höjd beredskap.

De respektive projektgrupperna har startats och exempel på resultat är:

- WS angående vilka metoder/analyser som är kritiska vid mikrobiologisk diagnostikförmåga
- WS provtagningsförmåga inom FM
- Behovsanalys genomförd angående alternativ laboratorieplats
- Signalskyddsövning
- Vattenprovsningsövning.

Arbetet inom *Nordic Biopreparedness Forum* (NBF), det nordiska nätverk för diagnostik av högpåtagliga agens i prov från människor, djur, miljö och livsmedelskedjan som initierades av FBD har fortsatt under året med bland annat en gemensam workshop i Norge.

Delta i EuroBioTox, EU:s ringtest för ricin/abrin och Staphylococcus enterotoxin B (SEB) samt arbete med FOI:s förmåga att genomföra ringtester för bakterier.

FOI har även deltagit i två ringtester för toxin anordnade inom EU-projektet EuroBioTox som omfattar ett europeiskt nätverk med 57 laboratorier från 23 länder. Det första ringtesten bestod av prover innehållande *Staphylococcus enterotoxin B* (SEB) och det andra ringtesten bestod av prover innehållande ricin/abrin. FOI lyckades identifiera alla positiva prover med hjälp av sina immunologiska metoder (ELISA).

Vi har haft ett samarbete under 2019 med en forskargrupp i Tyskland för att utvärdera ett flödesschema för analys av sekvensdata för bakterier som den tyska gruppen har tagit fram. FOI har testat och utvärderat flödesschemat för analys av ursprung och utbredning vid utbrott, av naturliga eller antagonistiska smittämnen. Flödesschemat fokuserar på att identifiera närbesläktade bakterieisolat och genom att rita ut den plats där dessa isolat samlats in, kunna ringa in en källa för utbrottet.

Uppstart avtalsbunden samverkan inom EDA projektet EBLN2

Uppstarten av EDA projektet EBLN2 har varit fördröjd men avtalet beräknas vara påskrivet av alla parter vid årsskiftet och ett uppstartsmöte är planerat januari/februari 2020. Projektet är ett samarbete mellan nio europeiska länder (AU, BE, FR, GE, IT, NO, NL, PO, och SE) som syftar till att skapa former för laboratoriesamverkan mellan de militära B-laboratorierna i Europa. Verksamheten omfattar utveckling av gemensam databas med referensdata innehållande genomsekvenser, för högupplösande identifiering och utveckling av referensstamkollektioner för de B-agens som kan betraktas som möjliga för antagonistisk användning.

Även standardiseringsarbete för genomsekvensering och metagenomsekvensering samt efterföljande bioinformatisk bearbetning ingår.

Utveckla fältdiagnostik

Den fortsatta utvecklingen av NGS (Next Generation Sequencing) med benchtop-maskiner möjliggör användning av sekvensering i beredskapsdiagnostik inom 1-2 dagar för att generera och analysera sekvensdata. Dessa benchtop-maskiner kräver dock fortfarande att prover transporteras tillbaka till laboratoriet för sekvensering. Den nyligen lanserade Oxford Nanopore tekniken och deras MinION sekvenseringssensor gör det däremot möjligt att vid behov sekvensera i real-tid ute i fält. Dessa sensorer kopplas direkt till bärbara datorer och sekvenserna kommer upp så fort provet appliceras på sensorn. Om den tekniken håller vad specifikationerna lovar kommer det att vara möjligt att inom 30 min efter ankomst få preliminärt svar på det biologiska innehållet av okända prover.

Vi har under året börjat med att testa och utveckla Nanopore sekvenseringsteknik under fältmässiga förhållanden på relevanta prover för att identifiera styrkor och brister i nuvarande protokoll/arbetssätt. Utbildning och interaktion med CBRN-personal inom FM har även skett. Med fältanalys menas analys i fältlabb liknande FM biologiska analytiska fältlaboratorium(B-FAL).

Ett studiebesök till Bundeswehr Institute of Microbiology i Tyskland har genomförts för att ta del och lära av deras fält BioMedLab koncept.

3.19.4 Leveranser och övriga publikationer

- Civil-militär samverkan inom mikrobiologisk beredskapsdiagnostik i samband med höjd beredskap Delprojekt "Förstudie" Tina Broman, Folke Cerenius, Niklas Edner, Moa Lavander, Magnus Lundberg, Lennart Melin. MSB1271, ISBN-nr: 978-91-7383-873-3.
- Civil-militär samverkan inom mikrobiologisk beredskapsdiagnostik i samband med höjd beredskap Delprojekt "Övning". MSB1272, ISBN-nr: 978-91-7383-874-0.

3.19.5 Samarbeten och nyttiggörande

Den övergripande nyttan med detta projekt är att ha utvecklat grundkompetens och infrastruktur som kompletterar de andra svenska civila beredskapsmyndigheterna inom det civila B-området. FOI deltar i nätverken Forum för BeredskapsDiagnostik (FBD) som är ett samarbete med SLV, Folkhälsomyndigheten och Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Under året har samarbetet även inkluderat Totalförsvarets skyddscentrum och Försvarsmedicincentrum. Detta nätverk bidrar till en stärkt svensk beredskapsförmåga avseende identifiering av smittsamma ämnen. Kunskapen som genereras ska även i tillämpliga delar kunna stödja FM.

Utvecklingen av fältdiagnostik sker i samband med personal från det biologiska analytiska fältlaboratoriet (B-FAL) inom FM.

3.20 Karaktärisering av kärnämne och radioaktivt material

3.20.1 Syfte

Projektet syftar till att vidareutveckla en nationell förmåga att identifiera och karaktärisera kärnämne och annat radioaktivt material ur ett forensiskt perspektiv, i händelser då dessa ämnen hittas utanför myndighetskontroll. Mätningar inom detta projekt syftar till att

utveckla en förmåga att kunna besvara frågor som handlar om ett materials ursprung och tilltänkta användning. Nyttan projektet förväntas generera är en bättre och mer omfattande nationell förmåga relaterad till identifiering och karaktärisering av kärnämnen (uran, plutonium och torium) och annat radioaktivt material (till exempel herrelösa strålkällor).

3.20.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande målsättning är att, genom forskning och utveckling, säkerställa tillgång till förmågor som är nödvändiga för att FOI skall kunna utgöra ett nationellt expertstöd inom identifiering, mätning och karaktärisering av kärnämnen och andra radioaktiva material. Ett annat övergripande projektmål är att få en ökad förmåga att tolka nukleärforensiska signaturer för att på ett bättre sätt kunna bistå i ett beslutsunderlag.

Att mäta och karaktärisera radioaktivt material utifrån ett nukleärforensiskt perspektiv kräver ofta mätningar av hög kvalitet, det vill säga låg mätosäkerhet och kännedom om mätprocessen. Projektet kan därför stödja andra projekt, där behovet och uppgiften primärt inte är låg mätosäkerhet, och på så sätt kan bättre mätningar genereras även i dessa projekt, vilket också leder till bättre beslutsunderlag.

3.20.3 Delmål – framkomna resultat

Vidareutveckla förmågan att mäta radioaktivt material och kärnämne med masspektrometri

En delaktivitet som pågått under året inom masspektrometri är utveckling av en metod för åldersbestämning av radiumstrålkällor (^{226}Ra) genom att mäta kvoten mellan ^{226}Ra och ^{210}Pb . Ett av målen i projektet var att få så låga mätosäkerheter som möjligt. Åldern bestämdes även med gammaspektrometri. De två analysteknikerna gav överensstämmande resultat.

Vidareutveckla förmågan att mäta plutonium med alternativa metoder

Under året har utveckling av en metod för att bestämma ålder och isotopsammansättning av plutonium med hjälp av vätskescintillation och alfaspektrometri pågått. Syftet med denna metod är att kunna använda alternativa mättekniker för att mäta plutonium som ett komplement till masspektrometri och gammaspektrometri. Resultaten är tänkta att sammanfattas i en vetenskaplig publikation.

Utveckla kunskapen om bestämning av fasförhållanden i kristallina material med XRD

Arbete för att utveckla kunskapen för att bestämma fasförhållanden i kristallina material har påbörjats.

Utöver detta har under året ett arbete rörande detektionsgränser i radiometrisk mätningar accepterats för publikation i *Applied Radiation and Isotopes*. Arbetet visar en metod för att med hjälp av Monte Carlo-beräkningar beräkna tröskelvärden och detektionsgränser i radiometrisk mätningar och hur resultaten skiljer sig från att använda ISO 11929:2010 för beräkning av dessa parametrar. Resultaten visar att medan ISO-standarden inte går att använda om osäkerheterna på instorheter är stora så kan Monte Carlo-beräkningarna ge relevanta mätosäkerheter.

Slutligen har skrivandet av en doktorsavhandling rörande nukleärforensiska signaturer i kärnämne och andra radioaktiva material avslutats inom projektet. Avhandlingen försvarades under slutet av året.

3.20.4 Leveranser och övriga publikationer

- H. Ramebäck, L. Persson, C. Ekberg, P. Lindgren, M. Bruggeman, Calculation of decision threshold and detection limit in radiometric measurements using a Monte Carlo Method, Appl. Rad. Isot., 156, 2020.
- Vesterlund, S. Jonsson, P. Lagerkvist, H. Ramebäck, Karaktärisering av radiumstrålkällor – Åldersbestämning, under tryckning, 2019.
- Vesterlund, H. Ramebäck, Achieving confidence in trace element analysis for nuclear forensic purposes: ICP-MS measurements using external calibration, J. Radioanal. Nucl. Chem., 322, 941-948, 2019, FOI-S—6085—SE.
- Vesterlund, Method Development for Signatures in Nuclear Material for Nuclear Forensic Purposes, Avhandling, 2019.

3.20.5 Samarbeten och nyttiggörande

Resultaten från projekten är till nytta för andra projekt. Exempel på sådana projekt är *Radionuklidmätningar för strålskyddstillämpningar* och *Metodik för operativt expertstöd*.

Nationella intressenter och samarbeten: MSB, Chalmers Tekniska Högskola (doktorand samt adjungerad professor).

Internationella intressenter och samarbeten: IAEA, ITWG (*Nuclear Forensics International Technical Working Group*), JRC-Karlsruhe, US-DHS.

3.21 Metodik för operativt expertstöd och hantering av CBRN-prover med okänt innehåll

3.21.1 Syfte

FOI ska som expertorgan kunna ge berörda myndigheter och regeringen stöd och råd till exempel vid hot om eller vid inträffade CBRN-händelser, genom operativ medverkan eller som operativt expertstöd.

För att på bästa sätt kunna uppfylla ovanstående uppdrag behöver FOI, utöver den metodik och kunskap som tas fram i ordinarie forskningsprojekt, förbereda och iordningställa planer och rutiner för hantering vid förfrågan om operativ medverkan/operativt expertstöd.

3.21.2 Övergripande projektmål

Utveckla och förbättra mottagning och analys av material som misstänks innehålla CBRN. Samordna resurser internt för att stödja berörda myndigheter, främst Polismyndigheten, vid CBRN-händelser och därigenom stärka svensk krisberedskap.

3.21.3 Delmål – framkomna resultat

Förbättrad mottagning av prov med misstänkt farligt innehåll

Övning av mottagning har genomförts där riskbedömning, arbetsledning och mottagningsrutiner har utvärderats. Erfarenheter från övningen kommer att implementeras under 2020.

Den framtagna handboken för forensisk mottagning av prov med misstänkt farligt innehåll har reviderats under året i samverkan med NFC.

Planering för att utveckla mottagning och initial hantering av CBRN-prover har utmynnat i ett investeringsförslag för ombyggnad av lokaler till mottagningsrum som ingår i investeringsplanen. En sådan investering skulle förbättra arbetsmiljön vid hantering av CBRN-prover, minska belastningen på BSL 3-laboratoriet samt kunna utnyttjas mer av beredskapsprojekten inom R-området (*Beredskap lab* och *Beredskap fält*).

Identifiering av forskningsresultat genererade inom myndigheten och nuvarande kunskaps- och resursluckor med tillämpning på prov med misstänkt farligt innehåll

SWOT-analys med avseende på förmågor tillämpliga på frågeställningen prov med misstänkt farligt innehåll har genomförts inom respektive fackområde (C/B/RN) och sammanställts. Arbetsgrupperna bestod av projektmedlemmar samt relevanta projektledare med ansvar för teknik- och metodutveckling inom fackområdet. Anslagsprojekt (Fö och UD) där forskning av intresse för projektet genomförs är *Metodik för operativt stöd B, C-Verifikation, Analys av riskkemikalier, Karaktärisering av kärnämnen och andra radioaktiva material, Radionuklidmätning för strålskyddstillämpningar*. Avrapportering sker under 2020.

För att öka förmågan att söka farliga ämnen i ett bredare intervall av matriser har metodutveckling skett i två spår; analys av toxiner i relevanta matriser som genomförts i samverkan med EU-projektet *EuroBioTox*, samt analys av alfa-/beta-strålare i relevanta matriser som påbörjats under året.

Projektmedlemmar deltar i 2:4-projekt *Okända provet II* där förutsättningslös kemisk och biologisk analys av vatten utvecklas.

Verka för informationsutbyte med projekt inom och utom myndigheten angående pågående forskning som kan tillämpas vid hantering av prov med misstänkt farligt innehåll

2:4-projektet *Bevisbörda* avslutades under våren 2019. Projektet har haft många beröringspunkter med detta projekt som gett synergieffekter. Då ett motsvarande projekt inte har löpt under året har detta projekt i samverkan med *Metodik för operativt stöd B* haft som ambition att fortsätta underhålla vissa aktiviteter som påbörjats i *Bevisbörda* och som framför allt berört Polismyndigheten.

Träning i krypterad kommunikation mellan myndigheter har berört medlemmar i projektet. Träningen har genomförts som förstärkning i händelse av förhöjd beredskap inom *Forum för beredskapsdiagnostik*.

Genom deltagande av projektmedlemmar i 2:4-projekt *Enhetlig metodik* har en ökad kunskap om förmågor och rutiner hos Räddningstjänst och FM vid provtagning och fältanalys av CBRN-prov erhållits. Därigenom underlättas samarbeten med civil och militär personal vid händelser som kan medföra provtagning av prov med misstänkt farligt ämne.

3.21.4 Leveranser och övriga publikationer

Investeringsförslag för ombyggnad av lokaler för mottagning av prov med misstänkt farligt ämne eller radioaktiva prov.

3.21.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet är beroende av informations- och erfarenhetsutbyte med anslagsprojekt och externt finansierade projekt med närliggande frågeställningar. Genom att projektets medlemmar även är engagerade i dessa projekt sker utbytet kontinuerligt.

Under året har ett antal ärenden från bland annat Polismyndigheten hanterats i enlighet med rutiner framtagna i projektet.

Fysiskt skydd

Området omfattar forskning för att utveckla kunskap och metoder för att kunna testa och utvärdera det fysiska (personliga och kollektiva) skyddets prestanda vid olika förhållanden och användarsituationer.

3.22 Fysiskt skydd

3.22.1 Syfte

Projektet syftar till att säkerställa och utveckla kompetens inom området fysiskt skydd för att kunna tillhandahålla expertstöd i frågor som både rör kollektivt och personligt skydd med förmåga att utvärdera och bedöma befintliga och kommande skyddslösningar och koncept från materialnivå till systemnivå.

3.22.2 Övergripande projektmål

Det övergripande målet med projektet under perioden 2019-2021 är att bygga en samlad oberoende expertkompetens, både teoretisk och praktisk samt experimentell, för att kunna förstå, utvärdera och bedöma i huvudsak dagens och morgondagens personliga skyddsutrustning och i viss utsträckning kollektiva skyddsutrustning med avseende på skydd mot farliga ämnen. Projektet ska vara en långsiktig kompetensbärare inom området fysiskt CBRN-skydd som ska kunna möta både aktuella och framtida behov och frågeställningar hos uppdragsgivarna, såväl civila som militära.

För att täcka upp så stor del som möjligt av projektets kompetensområde är projektet indelat i två delar, en del som fokuserar på det personliga skyddet mot kemiska ämnen och en mindre, nyligen initierad del som fokuserar på det kollektiva skyddet med inriktning på skydd mot radioaktiva ämnen.

Under 2019 har metodutveckling pågått för att experimentellt kunna studera nya adsorbentmaterial, som är intressanta ur ett skyddsperspektiv, med potential för att adsorbera farliga ämnen och även i viss utsträckning bryta ned dem.

3.22.3 Delmål – framkomna resultat

Under 2019 har fortsatt uppbyggnad och återtagande av kunskap om adsorbenter och andningsskydd pågått. Då projektet har en forskningsinriktning mot adsorbenter är skydd mot kemikalier prioriterat. Dock har i det underprojekt som rör kollektivt skydd det fysiska skyddet mot radioaktiva ämnen berörts som ett led i att bredda projektets kunskapsbas.

Nedan anges delmålen för år 2019.

Att utreda zirkonimbaserade organiska ramverks (MOF) förmåga att adsorbera och bryta ned G-ämnen i gasfas

För att kunna bedöma potentiell skyddsförmåga mot kemikalier hos små volymer av nya adsorbenter (MOF) har ett dynamiskt testsystem byggts upp i syfte att experimentellt kunna utvärdera adsorptions- och nedbrytningskapaciteten. Metodutveckling pågår och metoden kommer att vidareutvecklas och förfinas för att därefter valideras. Initiala mätningar har genomförts både i metodutvärderande syfte och i materialutvärderande syfte. De genomförda mätningarna är vägledande för fortsatt materialutveckling och optimering.

En prioritering av de test och utvärderingsmetoder som ska byggas upp/moderniseras och Nato-anpassas finns färdig och uppbyggnad av utvärderingsmetoderna är påbörjad

Initialt har den inom NATO nya testmetoden för att utvärdera materials skyddsförmåga mot lågflyktiga ämnen, LVAP (*Low-Volatility Agent Permeation*) prioriterats. Tidigare metoder, som använts över hela världen för att mäta skyddsförmåga hos material, har baserats på provtagning i luft vilket inte är optimalt för lågflyktiga ämnen som till exempel VX. Detta kan ha inneburit en falsk trygghet vid exponering. Baserat på denna insikt har den nya LVAP-metoden med provtagning som bygger på materialkontakt byggts upp och inledande utvärdering av testmetoden har genomförts. Arbetet fortsätter under kommande år.

I samverkan med användarna/ägarna ta fram bakgrundsdata som krävs för att studera R-skyddsförmåga i kollektiva skydd (avstånd, volym, värme, luftomsättning, filterplacering, stötvåg, med mera)

En sammanställning av teknisk bakgrundsinformation för att studera R-skyddsförmåga hos kollektiva skydd har gjorts baserat på skriftlig information, samt erfarenhet hos experter inom området. Ett förslag på vidare arbete har utarbetats.

3.22.4 Leveranser och övriga publikationer

- M. Tunell och J. Torpsten, Skyddade anläggningar, HMemo under tryckning.

3.22.5 Samarbeten och nyttiggörande

Under 2019 har projekt *Fysiskt skydd* inte haft några andra internationella samarbeten än deltagande i NATO:s arbetsgrupp PPP. Det deltagandet har dock genererat flera förslag från olika länders systerorganisationer på potentiella samarbeten. Diskussioner om detta fortsätter under kommande år.

Den kompetensbas som projektet bygger upp har under året nyttjats av FM och de civila myndigheterna för utvärdering och bedömning av skyddsutrustning från materialnivå upp till hela skyddssystem, både i form av direkt expertstöd och genom beställningar av tester och utvärderingar.

Konsekvenshantering

Området omfattar forskning om kemiska ämnens giftighet och biokemiska effekter, samt smittsamma ämnens egenskaper hos dessa och hur de överlever i miljön. Vidare omfattar delområdet utveckling av kunskap kring utformningen av medicinska motmedel, både befintliga och nya. Dessutom omfattas forskning kring olika ämnens interaktion med olika material för att förstå hur kontaminering sker och hur man därigenom kan förbättra och effektivisera sanering.

3.23 Effekter av toxiska kemikalier

3.23.1 Syfte

Projektet syftar till att vidareutveckla toxikologisk kunskap kring vävnadsskadande kemikalier samt att säkerställa tillgång till toxikologiskt expertstöd inom områdena hälsoeffekter, medicinskt omhändertagande, sortering/triage och diagnostik vid allvarliga kemiska händelser till stöd för FM och svensk krisberedskap. Kunskapen utgör ett stöd vid FOI:s toxikologiska bedömningar av nya kemiska hot för Fö, FM och UD. Vidare tillhandahåller projektet kompetens att direkt ge toxikologiskt expertstöd till svensk krisberedskap (Socialstyrelsen och MSB). För MSB, särskilt i frågor om skadeutfallsberäkningar vid kemiska olyckor och attentat. Projektet upprätthåller även

grundkompetens för FOI:s utvärdering av hälsoeffekter vid inhalation av toxiska ämnen bundna till partiklar åt FM, Fö och UD.

3.23.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande projektmål är att öka kunskapen om hälsoskadliga effekter efter exponering för kemiska toxiska ämnen i gasform, som aerosoler eller bundna till luftburna partiklar. Genom att kartlägga akuta och långvariga hälsoeffekter efter inandning av kemiska toxiska ämnen ska nya biomarkörer samt behandlingsstrategier för kemisk lungskada identifieras och utvärderas. Generaliserbarheten gällande olika kondenserade gasers hälsoeffekter, diagnostik och medicinska behandling ska klargöras. Tillsammans med nya experimentella metoder för förbättrade hälsorisk-bedömningar och nya strategier för kompetensutveckling ska projektet säkerställa att en bred kompetens och förmåga upprätthålls för bedömningar av kemiska hot och risker.

3.23.3 Delmål – framkomna resultat

Öka förståelsen för sjukdomsmekanismer bakom kemisk lungskada och jämföra generaliserbarheten hos dessa mellan olika retande gaser (till exempel klor, ammoniak och svaveldioxid)

Akuta och långvariga hälsoeffekter på lungor, blodcirkulation och immunsystem har karaktäriserats i mus och råttor efter inhalationsexponering för ammoniak. Resultaten från studierna i råttor, som publicerades under 2019, visar på mindre hyperreaktiva luftvägar och mildare neutrofil inflammation i lungan efter ammoniakexponering jämfört med andra retande gaser till exempel klor och svaveldioxid. Inflammationen följer även ett annat mönster och föregås inte av samma kaskad av pro-inflammatoriska cytokiner och kemokiner som efter klor- och svaveldioxidexponering. Skadan i luftvägarna etableras däremot snabbare av ammoniak och redan efter 5 timmar ses omfattande patologiska förändringar i vävnaden som resulterar i ökad luftvägsresistans och stelare väggar i mindre luftvägar. I likhet med de andra modellerna för kemisk lungskada (klor och svaveldioxid) ses en påverkan på blodkoagulationen och trots att kollagenmängden i lungvävnaden är förhöjd i upp till 14 dagar har hyperreaktiviteten i luftvägarna klingat av. Analyserna visar dock att de skador som uppstår av ammoniak efterliknar de patologiska förändringar som observerats vid akut lungskada/ARDS i människa.

I en studie som publicerades under 2019 har vi visat att det är möjligt att använda nanobärare (ytmodifierade mesoporösa silica partiklar) för att administrera anti-inflammatoriska läkemedel vid kemiskt inducerad lungskada. Detta öppnar upp för lokal behandling med högre doser av svårslösliga läkemedel vid den här typen av skador.

Utveckla exponeringssystem för odlade celler, avsedda för studier med toxiska ämnen och toxiska ämnen bundna till partiklar, som bättre efterliknar den verkliga exponeringssituationen i människa

Under 2019 har vi fortsatt utvecklingen av exponeringssystem för klorgas med både odlade lungepitelceller från människa och tunna lungsnitt från försöksdjur. Syftet är att etablera modellsystem för lungskador och studera skademekanismer och behandlingseffekter som på sikt ska bidra till att minska försöksdjursanvändningen (3R⁷). Klorgas är mycket toxiskt och vid lägre koncentrationer sker celledöd (apoptos) medan högre koncentrationer får lungepitelcellerna att gå i nekros (sjuklig celledöd). Metodutveckling och karaktärisering av ett Air-Liquid Interface(ALI)-system, med differentierade lungepitelceller som står i direktkontakt med luften, har fortsatt vilket i en förlängning kommer förbättra cellstudier av kemiska ämnen i gasform eller som aerosoler.

⁷ 3R – Replace, Reduce, Refine. Alternativa metoder som förfinar, minskar och/eller ersätter djurförsök.

Breda den toxikologiska kompetensen till att omfatta såväl nya kemiska föreningar som kända kemiska stridsmedel där experimentell projektverksamhet saknas

Den toxikologiska kunskapen om retande gaser i brandrök har fördjupats under året genom fortsatta litteratursammanställningar som föredragits vid projektmöten under året. En översyn av nya lungskadande ämnen som eventuellt bör studeras experimentellt har genomförts under året där bland annat svavelväte ses som intressant kandidat.

3.23.4 Leveranser och övriga publikationer

- Linda Elfsmark, Lina Ågren, Christine Akfur, Elisabeth Wigenstam, Ulrika Bergström, Sofia Jonasson. "Comparisons of acute inflammatory responses of nose-only inhalation and intratracheal instillation of ammonia in rats" *Inhal Toxicol.* 2019 Feb;31(3):107-118.
- Tina Gulin-Sarfraz T, Sofia Jonasson, Elisabeth Wigenstam, Eva von Haartman, Anders Bucht, Jessica M Rosenholm. "Feasibility study of mesoporous silica particles for pulmonary drug delivery: therapeutic treatment with dexamethasone in a mouse model of airway inflammation." *Pharmaceutics* 2019, Apr 1;11(4).
- Jasna Bogdanska, Daniel Borg, Ulrika Bergström, Maria Mellring, Åke Bergman, Joseph DePierre, Stefan Nobel. "Tissue distribution of ¹⁴C-labelled perfluorooctanoic acid in adult mice after 1-5 days of dietary exposure to an experimental dose or a lower dose that resulted in blood levels similar to those detected in exposed humans." *Chemosphere* 2020, 239:124755.

3.23.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet har en central betydelse för FOI:s bilaterala utbyte med Dstl (Storbritannien) avseende validering av sjukdomsmodeller för klorgasexponering och utvärdering av medicinska behandlingsmetoder för kemisk lungskada. I ett pågående samarbetsprojekt med Dstl har relevanta biomarkörer och sjukdomsmekanismer bakom klorgasinducerad lungskada fortsatt utvärderats under 2019.

Projektet bidrar även med toxikologisk kompetens, toxikologiska analysmetoder och biologiska prover till ett flertal projekt internt på FOI. I samarbete med *Kemiska hälsorisker vid insatser* har hälsoriskbedömningar av små luftburna partiklar (ammunitionspartiklar) utförts med hjälp av bland annat det exponeringssystem för blod-koagulationsstudier som utvecklats i projektet. Biologiska prover för utveckling av analysmetoder för exponeringsmarkörer för klorgas har analyserats i samarbete med *Kemisk analys av riskkemikalier- för civila samhällets behov*. Projektet bygger upp en bred toxikologisk kompetens inom områden som inte täcks av annan verksamhet vid FOI, främst avseende vävnadsskadande toxiska industrikemikalier och alkyliserande ämnen. Därigenom utgör verksamheten en resurs för projekten *BC-hot* samt *CBRN-hot från icke-statliga aktörer*. Utöver detta upprätthåller projektet även toxikologisk kompetens som säkerställer förmåga att genomföra skadeutfallsberäkningar vid allvarliga kemiska händelser till exempel i projektet *Effektmodeller*.

Projektets verksamhet bidrar till kompetensuppbyggnad som fungerar som stöd för Socialstyrelsens arbete kring katastroftoxikologi och möjliggör FOI:s deltagande i NATO:s arbetsgrupper för medicinska C-frågor samt i EU-nätverk för förbättrad beredskap vid kemiska masskadehändelser.

3.24 Kemiska stridsmedel och medicinskt skydd - mekanism och molekylära interaktioner

3.24.1 Syfte

Projektet syftar till att förbättra det medicinska skyddet mot kemiska stridsmedel. Verksamheten fokuserar på kemiska stridsmedel och medicinska motmedels verkan (mekanism) i biologiska system och bidrar därmed till den internationella utvecklingen av en förbättrad medicinsk behandling. Den kompetens och de metoder som utvecklas är i huvudsak generell och kan exempelvis användas för att ge stöd vid utveckling eller inköp av material som autoinjektorer och nervgasbrickor. Verksamheten och kompetensen bidrar också vid värdering av nya hot och medicinskt skydd mot dessa. Projektet utgör en plattform för ett omfattande nätverk, ansökningar till akademiska forskningsråd och samarbeten med internationellt tongivande aktörer inom området. Projektet utgör vetenskaplig hemvist för en doktorand (Umeå universitet), ett doktorandprojekt där även FM/SkyddC och FömedC är aktiva.

3.24.2 Övergripande projektmål

Kartlägga de faktorer som bidrar till att ge en experimentell reaktivator som utvecklats inom projektet (2014-2016) dess breda spektrum (det vill säga förmåga att reaktivera flera olika nervgaser) och dess höga effektivitet vid reaktivering av tabun. Projektet omsätter kunskapen genom att utveckla nya reaktivatorer samt genomför studier med syfte att identifiera och validera nya potentiella mål för medicinska motmedel. Verksamheten tar hänsyn till FM:s inköpta autoinjektorer, bland annat genom val av referenssubstanter.

3.24.3 Delmål – framkomna resultat

Med utgångspunkt i de mekanistiska studierna designa, syntetisera och initiera karaktäriseringen av en ny generation (generation 2) av oladdade reaktivatorer

Projektet har designat, syntetiserat och påbörjat karaktäriseringen av 19 nya oladdade reaktivatorer.

Undersöka enzymet ChAT som ett potentiellt mål för medicinska motmedel

Projektet har etablerat metoder och utfört en grundläggande undersökning av ChAT. Den sammantagna slutsatsen är att verksamheten är mycket lovande och att de uppnådda resultaten väl motiverar en fortsatt satsning på ChAT.

3.24.4 Leveranser och övriga publikationer

- Choline Acetyltransferase synthesizes its own inhibitor by Coenzyme A dependent in situ hydrothiolation, Seminarium, Lunds universitet, Lund.
- Kemiska stridsmedel och medicinskt skydd, Seminarium, Aktörsgemensamt CBRNE möte, Myndigheten för samhällets beredskap, Stockholm.
- Utveckling av säkra insekticider för vektorkontroll, Seminarium, Kurs i vektorburna sjukdomar och vektoridentifiering 2019. Statens veterinärmedicinska anstalt, Uppsala.
- Choline Acetyltransferase: resolving a 50 years old conundrum using structural biology, Seminarium, Integrated Structural Biology (ISB) network, Umeå University, Umeå.

- Physical Mechanisms behind Substituents' Effects on Arene–Arene Interactions in a Protein Milieu, Manuskript, inskickat till tidskriften *Chemistry an European Journal*.
- Discovery of a new class of choline acetyltransferase inhibitors synthesized by in-situ hydrothiolation, Manuskript avsett för tidskriften *Science*.

3.24.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet har samarbetat med Umeå universitet inom utvecklingen av nya reaktivatorer samt med Lunds universitet inom mekanistiska studier av reaktivering.

Projektet har också samarbetat med Bundeswehr Institute of Pharmacology and Toxicology, Tyskland kring utvärdering av reaktivatorer samt ChAT.

Projektet har också startat ett samarbete med Institut Curie, Paris, Frankrike för att på sikt bygga upp FOI:s förmåga inom kryoEM, en strukturbilogisk teknik som väntas få ett stort genomslag i framtiden.

3.25 Skyddsaspekter på kemiska hot

3.25.1 Syfte

Projektet syftar till kunskapsuppbyggnad för förbättrad förmåga att motverka toxiska effekter vid exponering för nervgaser. Kunskapen nyttiggörs genom stöd till FM (FöMedC/SkyddC) och Socialstyrelsen (SoS) exempelvis hur nervgaser tas upp i kroppen efter exponering och hur tillgängliga motmedel ska användas mest effektivt. Expertstöd ges även till SoS och FM vid anskaffning av nya antidoter, samt i uppbyggnaden av det civila försvarets sjukvårdssystem gällande kemiska exponeringar. I projektet ingår dessutom kompetensuppbyggnad i symtomtolkning som bidrar till FOI:s förmåga att bedöma omvärldshändelser där användning av kemiska stridsmedels misstänks.

3.25.2 Övergripande projektmål

Det övergripande projektmålet är att skapa ökad operativ förmåga i frågor om medicinska motmedel och personsanering. Detta åstadkoms genom fastställande av nervgasers hudpenetrerande egenskaper, samt genom optimering av symtombaserad medicinsk behandling och metoder för personsanering vid nervgasexponeringar. Projektet är av särskilt stor betydelse för det bilaterala utbytet med Dstl (Storbritannien) samt det trilaterala samarbetet med TNO (Nederländerna) och DRDC (Kanada) inom området hudpenetration och medicinskt skydd vid exponering för nervgaser.

3.25.3 Delmål – framkomna resultat

- Exponering för ren VX under fuktiga förhållanden ger en ökad risk för snabbt upptag genom huden, Detta förklaras av en utspädningseffekt i vatten vilket får till konsekvens att nervgasen tas upp snabbare i blodcirkulationen. Nervgasexponering på svettig hud kan därför leda till tidigare symtomutveckling än vid exponering på torr hud.
- Sanering av VX-exponerad hud med RSDL är effektivt om saneringen utförs genom upprepad skrubbing med tid för saneringsmedlet att verka på huden mellan skrubbingarna (10 minuter). För att minska risken för agensutspädning och korskontaminering till omgivningen bör kvarvarande RSDL efter genomförd sanering avlägsnas med våtservett istället för vattensköljning.

- Mängden vatten som används vid sanering av hud efter exponering för VX bör minimeras.
- Vidareutveckling av saneringsmetoder för nervgaser bör inriktas på saneringsmedel med både absorberande och nedbrytande egenskaper.
- Vid transdermal administrering av medicinska motmedel kan upptagshastigheten ökas avsevärt genom tillsats av kemiska penetrationshjälpmedel. Detta visades särskilt för antikolinerga läkemedel såsom atropin.
- En cellbaserad metod för utvärdering av antikolinerga läkemedels upptag i centrala nervsystemet har etablerats. Jämförande studier av de antikolinerga läkemedlen atropin och skopolamin visade en tydligt effektivare passage genom blodhjärnbarriären för skopolamin och därmed bättre förmåga att nå det centrala nervsystemet än atropin.
- I en *in vitro* metod för studier av krampreaktioner i lungvävnad har det antikolinerga läkemedlet atropin motverkat kontraktioner i luftvägarna till cirka 50 %. Detta betyder att även icke-kolinerg aktivering påverkar krampreaktioner vilket kan vara en utgångspunkt för utveckling av motmedel mot nervgaser som kompletterar atropin.

3.25.4 Leveranser och övriga publikationer

- Skyddsaspekter på kemiska hot - Slutrapport 2017-2019. Lina Thors, Elisabeth Wigenstam och Anders Bucht. FOI-R-rapport 2019.
- Bidrag till NATO STO technical report: Medical Defence Against Chemical Warfare Agent Threats. Bronwen Jugg, Lina Thors and Anders Bucht. HFM253 final report. STO-TR-HFM-253 2019.
- Triagemetodik vid exponering för kemiska ämnen. Lina Thors, Elisabeth Wigenstam och Anders Bucht. FOI-R--4726—SE 2019.
- Översikt av metoder för att undersöka interaktioner mellan hud och kemikalier. Emma Forsberg, Elisabeth Wigenstam, Lina Thors och Anders Bucht. FOI Memo 2019.
- Muntlig presentation av forskningsresultat. Using precision cut lung slices to evaluate treatment strategies for nerve agents. Elisabeth Wigenstam, 17th Medical Chemical Defence Conference, München 27-28 mars 2019.
- Muntlig presentation av forskningsresultat. Generic approach for skin decontamination of nerve agents and opioids. Lina Thors, 13th CBRNe protection symposium, Malmö 24-26 september 2019.
- Utbildning av Polisens CBRN-ansvariga i omhändertagande av skadade vid exponeringar för nervgaser (23 september).
- Rapportering av resultat framkomna i trilateralt samarbete med Nederländerna och Kanada. Joint Management Closing Report: PA 2016-03 Next Generation Model Alignment for Medical Countermeasures against CWA (NeMoCome).

3.25.5 Samarbeten och nyttiggörande

Samarbeten:

- Bilateralt samarbete med Dstl (Storbritannien) i frågor om personsanering och medicinska motmedel vid nervgasförgiftningar.

- Trilateralt samarbete med TNO (Nederländerna) och DRDC Kanada i frågor om personsanering vid nervgasexponeringar.
- Medverkan i NATO:s arbetsgrupp för forskning om medicinska motmedel vid kemiska exponeringar (RTG HFM 306).

Projektet har nyttiggjorts genom direkt överföring av resultat och kunskap till avnämare, främst till FM i frågor om personsanering (SkyddC) och Socialstyrelsen i frågor om beredskap för civil insatspersonal vid händelser med nervgaser. Bland civila insatsmyndigheter har specifikt stöd under året getts till Polisen (regionala CBRN-ansvariga), Socialstyrelsens medicinska expertgrupp (C-meg) och Giftinformationscentralen.

3.26 Mikrobiella risker

3.26.1 Syfte

Att höja förmågan inom totalförsvaret, att bedöma hot från och konsekvenser av ett utsläpp eller utbrott av smittämne i miljön.

Potentiella biologiska hot agens som pestbakterier, mjältbrandssporer och harpestbakterier förekommer naturligt. Det finns idag bristfällig kunskap om hur dessa sjukdomsframkallande bakterier överlever och sprids i miljöer som jord, vatten och luft. Denna kunskapslucka påverkar förmågan att hantera händelser och dimensionera åtgärder när smitta sprids.

Vi fokuserar här på systematiska studier av harpestbakterien, *Francisella tularensis*, överlevnadsform. Bakteriens överlevnadsform är av betydelse för spridning och aerosolisering av bakterien, den mest troliga smittvägen i ett B-vapen sammanhang. Kunskap om bakteriens överlevnadsform är avgörande både för förmågan att förutse utbrott och att kunna bedöma konsekvenser av ett utsläpp eller utbrott.

Vi studerar också komplexa system som vatten och luft. Vi inriktar oss då på att identifiera faktorer som påverkar överlevnad och spridning av bakterier i sådana miljöer. För att förutsäga en smittsam bakteries överlevnad och spridning i en komplex miljö som vatten eller luft krävs både kunskap om bakteriens egenskaper och kunskap om hur bakterien påverkas och påverkas av andra mikroorganismer och miljöförhållanden (till exempel näringstillgång och temperatur).

Kunskap som genereras i projektet kommer till användning hos uppdragsgivare (FM och krisberedskapsmyndigheter) genom samverkan, dels via andra FOI-projekt och dels i direkt samarbete med krisberedskapsmyndigheter i 2:4-finansierade projekt. Nyttan är ökad kunskap som kan tillämpas av ansvariga myndigheter vid hot och konsekvensbedömningar.

3.26.2 Övergripande projektmål

- 1) Att förstå vilka ekologiska drivkrafter som ligger bakom naturlig förekomst, överlevnad och spridning av potentiellt sjukdomsframkallande mikroorganismer i miljön.
- 2) Klargöra hur harpestbakterien kan överleva flera år i miljön mellan utbrott.
- 3) Utveckla förståelsen för hur antibiotikaresistens förekommer och kan detekteras i potentiella biologiska stridsmedel. Detta är speciellt viktigt för harpest eftersom det saknas vaccin och frånvaro av effektiv antibiotikabehandling skulle vara fatal.

3.26.3 Delmål – framkomna resultat

Att förstå vilka ekologiska drivkrafter som ligger bakom naturlig förekomst, överlevnad och spridning av potentiellt sjukdomsframkallande mikroorganismer i miljön

- Klimatets påverkan på mikrobiell biodiversitet i luft samt drivkrafter i naturliga vatten som gynnar förekomst av sjukdomsframkallande bakterier.

FOI deltar som industripartner i Umeå universitets Industrial Doctoral School (IDS). Doktorandprojekten har under 2019 genomfört sitt första respektive tredje år i projektet *Aquatic ecosystems at risk for occurrence of pathogenic bacteria* och *Climate impact on longitudinal airborne species diversity*. Dessa projekt har under 2019 gjort den största kartläggningen av Svensk mikrobiell diversitet hittills.

- Gemensamt med ansvariga myndigheter söka finansiering för laborativa studier som kan stärka totalförsvarsförmågan inom sanering av kontaminerad mark.

Under 2019 har FOI fört en dialog med FM Totalförsvarets Skyddscentrum, SVA och Jordbruksverket för att identifiera områden där gemensamma projekt skulle stärka Totalförsvarsförmågan att hantera mark som kontaminerats med smittämne. Initiativet mynnade i en gemensam ansökan till MSB 2:4 krisberedskapsanslag. Resultat från gemensamma 2:4 krisberedskapsprojekt som levererats till Jordbruksverket och SVA under 2018, presenterades av FOI vid konferensen *Biology of Anthrax*, i Bari, Italien.

Klargöra hur harpestbakterien kan överleva flera år i miljön mellan utbrott

- Systematiska studier av harpestbakteriens överlevnadsform.

Under 2019 har vi fortsatt att arbeta enligt den avtalsbundna projektplanen FOI fått finansierad från USA:s *Defence Threat Reduction Agency* (DTRA) (3 miljoner kronor per år i tre år 2018 till och med 2021). Vi har genomfört laborativa studier på FOI:s BSL 3-laboratorium för att karaktärisera faktorer som påverkar harpestbakteriens överlevnadsform.

Våra resultat visar att bakterien överlever under flera veckor i vatten, bakterien har i sin överlevnadsform mycket liten aktivitet och till skillnad från sina nära släktingar (som inte orsakar sjukdom hos människa) bildar sjukdomsframkallande bakterier inte biofilm för överlevnad. Vi har tillsammans med Umeå universitet förbättrat vår verktygslåda för dessa studier genom en genetisk konstruktion som innebär att vi kan mäta bakteriens aktivitet under pågående försök genom en ljussignal, samt spåra bakterien bland andra bakterier med hjälp av fluorescerande protein. Dessa resultat och verktyg ger oss ny insikt i bakteriens överlevnadsform och är avgörande för inriktningen av fortsatta studier, som planeras fortgå till och med 2021.

Med stöd av ett FOI internt projekt genomfördes under 2018 en pilotstudie för att se vilken möjlighet vi på FOI har till proteinanalys av bakterier i växande form jämfört med överlevnadsform. Under 2019 har arbetet slutförts och ett antal proteiner och peptider har identifierats som unika för bakteriens överlevnadsform.

Utveckla förståelsen för hur antibiotikaresistens förekommer och kan detekteras i potentiella biologiska stridsmedel. Detta är speciellt viktigt för harpest eftersom det saknas vaccin och frånvaro av effektiv antibiotikabehandling skulle vara fatal

- Utveckla förståelsen för hur antibiotikaresistens förekommer och kan detekteras i potentiella biologiska stridsmedel (harpest och pestbakterier).

Detta delprojekt är en samfinansiering av ett ytterligare DTRA projekt. Under delprojektets gång (2018-2020) har FOI planerligt genomfört experimentell verksamhet på fyra sjukdomsframkallande harpest-stammar och genererat material (proteinextraktioner och VOC-metaboliter) som sedan skickats för analys till amerikanska samarbetspartners.

En metabolit från växande harpestbakterier identifierades som unik för en antibiotikaresistent variant av bakterien. Detta ger en teoretisk möjlighet att urskilja antibiotikaresistent harpestbakterie genom att analysera utandningsluft från infekterade patienter. Under 2019 har vi avslutat vår del i projektet med kompletterande tillväxtförsök. I dessa försök har vi observerat stora skillnader i tillväxtmönster mellan bakteriestammar som ger olika grad av sjukdom hos människa. Detta är intressant eftersom det är okänt vad som gör att vissa stammar ger allvarligare sjukdom än andra och olika tillväxthastighet kan vara en del av förklaringen. Projektet avslutas under 2020 då resultat från våra samarbetspartners i USA kommer från försök på djurmodell (kanin) för att bekräfta om de unika signaturer vi såg i laboratorieodling också kan ses i kanin-modellen.

3.26.4 Leveranser och övriga publikationer

- Posters “Short transport of *B. anthracis* spores in sandy soil with precipitation” och “No sporulation in *B. anthracis* at 16°C” presenterades vid The biology of Anthrax 2019, Bari Italy.
- Halvtidsredovisning Fö anslag. FOI Umeå 191022. “Mikrobiella risker, grundforskning”.
- Annual report Grant award nr HDTRA1-18-1-0037 “Characterization of the viable but non-culturable state of *Francisella tularensis*”.

3.26.5 Samarbeten och nyttiggörande

Inom ramen för *Industrial Doctoral School* (IDS) sker samverkan mellan FOI och forskare vid Umeå universitet institutionerna ekologi, miljö och geovetenskap och Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Inom FOI internt har samverkan skett mellan kompetensgruppen biologiska ämnen, analytisk kemi och spridningsmodellering för att stärka FOI:s förmåga till proteinanalys på bakterier och sanering av mark från mjältbrandssporer.

I de delar av projektet som berör harpestbakteriens överlevnadsform sker en samverkan mellan FOI och Umeå universitets institution för Klinisk mikrobiologi. FOI har också fått ytterligare finansiering från DTRA för samverkan med *Northern Arizona University* (NAU, USA). Samverkan förbättrar möjligheten till framsteg inom området då verksamheten kan bedrivas i större omfattning och FOI drar nytta av den expertis som finns hos samarbetspartners. Den del av projektet som studerar specifika metaboliter från antibiotikaresistent stammar av harpest och pestbakterier, sker i samverkan med NAU, Institut Pasteur de Madagascar (IPM) och Pacific Northwest National Laboratory (PNNL).

Under 2019 har samverkan skett med FM/SkyddC, SVA och Jordbruksverket i form av en gemensam ansökan till MSB för 2:4 krisberedskapsmedel *Ökad totalförsvarsförmåga att hantera mjältbrandskontaminerad mark*. Ansökan utgår från behovet hos FM och civila myndigheter att hantera mjältbrandskontaminerad mark och syftar till stärkt samverkan mellan FM och civila saneringskomponenter.

3.27 Kontaminering och dekontaminering

3.27.1 Syfte

Projektet syftar till att säkerställa och stärka kompetensen inom området sanering av toxiska kemiska, biologiska och radiologiska ämnen. Den samlade kunskapen nyttiggörs bland annat genom att stärka beredskapen att sanera material kontaminerade av CBR-ämnen.

Projektet syftar till att utveckla och bygga ny kunskap kring kontaminering och sanering för att uppnå effektivare saneringsmetoder till stöd för FM och Civila myndigheter.

3.27.2 Övergripande projektmål

Målet med arbetet inom KODEK är framförallt att upprätthålla, säkerställa och kontinuerligt öka en bred och generell kompetens inom saneringsområdet. Målsättningen är att med ny kunskap uppnå effektivare saneringsmetoder som är till nytta för FM och Civila myndigheter.

Verksamheten bedrivs under tre delaktiviteter: 1) C-sanering – bedöma risk för sekundär spridning, 2) CBR-sanering – funktion hos olika saneringsmedel och 3) B-sanering – särskilja mellan levande och döda mikroorganismer.

3.27.3 Delmål – framkomna resultat

C-sanering – bedöma risk för sekundär spridning

Under året har diskussion skett med SkyddC om vilka ytterligare material man borde undersöka med avseende på C-sanering. Exempel är metall, gummi, plast, glas, textil, trä, kompositmaterial med mera, som kan utgöra komponenter i personlig materiel, fordon och i teknisk utrustning. För känslig utrustning kan vissa saneringsmedel vara skadliga med risk att reducera eller förstöra dess funktion vid sanering. Anpassning av befintliga analysmetoder krävs, ett arbete som är pågående, för att kunna avgöra saneringseffektivitet av nya varianter av material. Kvarvarande mängd efter sanering bestäms med hjälp av olika extraktionsmetoder med efterföljande GC-MS analys. Gummimaterial har till exempel testats, vars metodik har utnyttjats i transferprojekt.

För att kunna studera sekundär spridning, återspridning, av kemikalier från material efter adsorption/absorption finns olika tekniker till förfogande. Den tidigare framtagna mikrovindtunneln kommer här att vara användbar, speciellt eftersom man då kan variera yttre parametrar som vind, temperatur och fukt, som alla påverkar förloppet av sekundär spridning. Därför har under året ytterligare tekniska förbättringar genomförts av tunneln, bland annat har ett ytterligare munstycke monterats så att AP2C kontinuerligt (i realtid) kan detektera föreningar i gasfas och ytterligare ett provtagningsuttag för tenaxrör har monterats.

CBR-sanering – funktion hos olika saneringsmedel

Inom denna delaktivitet har omvärldsbevakning genomförts för att få en överblick över kommersiella CBR-saneringsmedel och eventuellt fånga nya trender. Sammanfattningsvis kan man fastslå att det fortfarande inte finns något universalsaneringsmedel på marknaden. Vissa kan dock vara aktiva mot både C och B samtidigt. Några har även testats för nya hotkemikalier. Flera företag producerar saneringsmedel för respektive agens. Ofta krävs specifik utrustning för utförandet av saneringen. För att samla upp farliga spill och kontaminationer på större ytor finns lättanvänd gel som stryks på ytan och sedan dras bort tillsammans med förorening och kan transporteras iväg för vidare destruktion. Flera produkter finns idag för sanering av känslig utrustning. Saneringstekniker som inte kräver saneringsmedel är under utveckling och grundar sig på vakuumteknik, plasmateknik, elektromagnetisk strålning (till exempel blått ljus) och sonikering (med minimum av vattenförbrukning).

Utifrån litteraturstudie har flera uppslag på frågeställningar erhållits, som projektet *KODEK* (eller underprojektet *CBR-sanering*) förslagsvis relativt enkelt och snabbt kan angripa, t ex. huruvida bestrålning av bakteriella sporer med blått ljus är effektivt för att oskadliggöra dem eller hur effektiva vissa saneringsmedel är mot B- och R-agens.

Vidare har laboratorieförsök för en studie av R-sanering av ytor planlagts med start i början av 2020, som eventuellt också inkluderar C-sanering. R(C)-kontaminerade militära färgsystem kommer att undersökas med avseende på saneringseffektivitet.

B-sanering – särskilja mellan levande och döda mikroorganismer

I denna delaktivitet undersöks om vibrationsspektroskopi kan användas för att snabbt kunna avdöma resultat av B-sanering. Med spektroskopiska tekniker möjliggörs mätningar av provers kemiska fingeravtryck och från sporer fås signaler exempelvis från dipikolinsyra, protein, lipider och nukleinsyror (DNA/RNA). Med ramanspektroskopi fås spektra där toppar i många fall kan tilldelas, medan reflektansspektra i SWIR-området innehåller breda och överlappande toppar som är svårare att analysera, men istället är det möjligt att samla in stora mängder data, vilka har potential att analyseras med maskininlärningsalgoritmer.

Fokus har under året varit att undersöka spektrala effekter av olika avdödningsmetoder. Sporer på olika material har exponerats för 1) ett B-saneringsmedel som genererar klorjordioxid, ett starkt oxiderande preparat som förväntas skada sporens membran, 2) Virkon-S, ett annat B-saneringsmedel, och 3) UV-behandling, vilket skadar sporens DNA och RNA.

Vidare har arbetet inriktats mot att utveckla de nödvändiga dataanalysmetoderna för att undersöka spektrala skillnader mellan aktiva och inaktiverade sporer. Sedan tidigare har partiell minstakvadrat-diskriminantanalys (PLS-DA) och stödvektormaskiner (SVM) använts. I år har även klusteranalys och *Random forest* undersökts. Den sistnämnda har testats för att visualisera olika komponenter i SWIR-bilderna och den sistnämnda är en beslutsträdbaserad klassificeringsalgoritm som kan fungera bra även när det inte finns ett linjärt samband mellan de klasser som ska klassificeras. Fler uppslag till hur dataanalysen kan förbättras har identifierats, bland annat tack vare att den här aktiviteten ingår som en av flera miniprojekt i FOI:s avdelningsöverskridande projekt om artificiell intelligens. Resultat från detta har presenterats i form av en poster vid *The 13th CBRNe Protection Symposium* i september 2019.

3.27.4 Leveranser och övriga publikationer

- P.O. Andersson, CBR-materialsanering - en översikt av kommersiella system med fokus på saneringsmedel, FOI Memo, *under tryckning*.
- P.O. Andersson, föredrag vid *The 13th CBRNe Protection Symposium*, Rapid Spectroscopic Evaluation of C and B Decontaminations, september 2019, Malmö, Sverige.
- L. Ahlinder, A-L. Johansson, P. O. Andersson, Poster presentation vid *The 13th CBRNe Protection Symposium*, Vibrational spectroscopic studies of live and dead bacterial spores, september 2019, Malmö, Sverige.

3.27.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektets kompetens och upparbetade metodik har utnyttjats i transferprojekt med inriktning mot personlig materielsanering.

Projektmedlemmar har deltagit i *NATO Hazard Management Panel* (HMP). Att delta i panelens arbete ger, förutom ett omfattande internationellt kontaktnät, Sverige möjlighet att påverka formuleringen av NATO-dokument samt inriktningen av *hazard management*. Panelen möts två gånger per år. Under 2019 deltog FOI i båda mötena, ett i England och ett i Italien.

En annan NATO-grupp som projektet deltagit i tillsammans med projektet *BC-indikering är Surface Enhanced Raman Spectroscopy for Defense Applications* (SET-ET-109), som

övergår till en *Task group* från och med 2020. En specifik teknik behandlas som har potential inom saneringsvalidering. Ett teknikområde som projektet följer till stor del genom omvärldsbevakning och goda kontakter med akademien.

Projektet har etablerat kontakt och diskuterat samarbete med en systerorganisation i USA inom området B-sanering med fokus på spektroskopisk metodik för att snabbt kunna avgöra saneringsresultat.

Projektet har inlett ett samarbete med Umeå universitet med koppling till B-sanering, där mer grundläggande studier kan göras. Bakteriella sporer studeras med olika spektroskopiska metoder för att öka kunskapen om mekanismer vid avdödning. Projektet kommer finansiera en företagsdoktorand till 50 % tillsammans med projektet *BC-indikering* med start under 2020.

3.28 CBR-sanering

3.28.1 Syfte

Projektets verksamhet ska verka för en ökad förståelse och kompetens rörande operativ sanering av kemiska, biologiska och radiologiska ämnen. Den kompetens som byggs upp i projektet ska kunna användas för att stödja primärt FM men även de civila myndigheterna i praktiskt operativ sanering. Projektverksamheten ska vara en långsiktig kompetensbärare inom området CBR-sanering som ska kunna möta både aktuella och framtida behov hos uppdragsgivarna.

3.28.2 Övergripande projektmål

Projektet ska under den kommande treårsperioden bli det naturliga navet för FOI:s forskning rörande operativ C-, B- och R-sanering och underlätta spridning av forskningsresultat primärt till FM:s verksamhet, samt återföra operativa frågeställningar till FOI.

3.28.3 Delmål – framkomna resultat

Fånga upp operativa saneringsfrågeställningar genom att delta vid övningar och observera hur utrustning, materiel, fordon och saneringsmetodik används i praktiken

Representanter från projektet har under 2019 deltagit som observatörer vid en saneringsföreläsning genomförd vid SkyddC. Även personal från SVA var på plats. Personal från CBRN-kompaniet föreläste en saneringsprocedur av personal vid misstänkt risk av B-kontamination. FM:s utrustning för tung sanering fanns också på plats för påseende. Efter föreläsningen fick FOI-deltagarna lämna kommentarer och synpunkter på hur saneringen genomfördes vid föreläsningen. Utrymme gavs för mycket dialog mellan personal från FOI, SVA och FM. Ytterligare besök hos CBRN kompaniet gjordes i samband med utbildning inom CBR-sanering.

*Slutföra och avrapportera försök avseende utvärdering av saneringsmedels effekt på *Bacillus anthracis* sporer*

Målet med denna aktivitet var att studera avdödning av bakteriella sporer, *Bacillus anthracis* (Ba) samt *Bacillus thuringiensis* (Bt), med olika potentiella saneringsmedel, och dokumentera eventuell skillnad mellan stammarna. Ba är det skarpa ämnet som vid infektion ger mjältbrand och Bt är det similiämne som kan användas vid övningar och olika tester.

Fyra olika medel, Virkon S, DK-DOX®1500, GDS-2000 och avisningsmedel testades för att jämföra deras förmåga att avdöda sporer belagda på metallytor. Virkon S och DK-DOX är avsedda för B-sanering, GDS-2000 är ett C-saneringsmedel, medan det valda

avisningsmedlet har tidigare visat ha potential som C-saneringsmedel. Resultaten visar att vid rumstemperatur och rådande förhållanden på laboratoriet så fungerar endast DK-DOX som B-saneringsmedel. DK-DOX har tidigare visat sig vara ett effektivt saneringsmedel mot Bt och Ba sporer. Den avdödande effekten var i stort sett lika mellan Ba och Bt.

Slutföra och avrapportera försök avseende utvärdering av hudsanering efter R-exponering

Under 2018 inleddes experimentella försök av hudsanering med olika saneringsmetoder efter exponering för radioaktiva ämnen i syfte att förbättra R-saneringsförmågan. Samverkan sker med projektet *Skyddsaspekter på kemiska hot* där motsvarande experiment innefattande toxiska kemiska ämnen utförs. Detta ger möjlighet att jämföra saneringseffektivitet efter hudexponering för R- och C-ämnena för utvalda metoder.

I de första försöken med radioaktivt jod (^{131}I) utvärderades metoden tape stripping i syfte att analysera kvarvarande mängd radioaktivt ämne i hudens yttersta lager. Försöken visade att efter 100 min hudexponering av ^{131}I detekterades radioaktivitet främst i hud, primärt i överhuden, och endast en försumbar mängd i receptorlösningen.

Ett ämne kan ha olika upptag i hud beroende på hudens egenskaper. Därför utfördes under 2019 efterföljande försök med ämnet antingen utspätt i vatten eller svett för att klargöra om det förekom någon skillnad för ^{131}I i upptag i hud. Exponeringstiden på hud förlängdes och radioaktivitet i hud och receptorlösning mättes efter 5 och 24 timmar. Genom att använda tejp kan mängd ämne/radioaktivitet i olika hudlager bestämmas. Detta upprepades tio gånger vilket ger detaljerad information om agensmängd i överhuden. Mängd radioaktivitet i resterande hud efter *tape stripping* blev också kvantifierad. Försöken visar att efter 5 h hudexponering av ^{131}I detekteras radioaktivitet främst i hud, primärt i överhuden, och endast en försumbar mängd i receptorlösningen. Efter 24 timmars exponering har ^{131}I trängt längre in i huden men fortfarande har endast en liten mängd trängt igenom och kan detekteras i receptorlösningen. Resultaten visar på att svett inte orsakar en ökning av penetration genom huden utan exponeringstiden verkar påverka mer. Fler framtida experiment har diskuterats för att studera hudpenetration och saneringseffektivitet vid så relevanta scenarier som möjligt i en experimentell modell.

3.28.4 Leveranser och övriga publikationer

- E. Lundmark, P. O. Andersson, M. Granberg och A. Larsson, *Test av potentiella B-saneringsmedel - Avdödande effekter på Bacillus thuringiensis och Bacillus anthracis*, FOI Memo, under tryckning.
- E. Wigenstam och M. Granström, *R-sanering på hud*, FOI Memo, under tryckning.

3.28.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektets samlade kompetens har nyttjats i en remissrunda av FM:s saneringshandbok. Resultaten från test av olika potentiella B-saneringsmedel är till nytta för FM.

Projektet har under 2019 haft löpande dialog med SkyddC om saneringsproblematik, och bland annat fått information om potentiellt intressanta kommande övningar och försök.

3.29 Effektmodeller

3.29.1 Syfte

Projektet syftar till att bibehålla och utveckla kunskap angående de medicinska följderna som spridning av CBRN-ämnena kan medföra. Detta utgör ett viktigt underlag till FM, MSB

samt andra civila myndigheter i deras planering och förberedelser av insatser och beredskap. Genom att utveckla och tillhandahålla relevanta modeller med korrekt data implementerat i praktiska verktyg uppnås förbättrade hot-, risk och sårbarhetsanalyser samt förbättrade underlag för utbildning och övning. Resultat från arbetet ska kunna utnyttjas i existerande beredskapssystem, till exempel RIB och ARGOS.

3.29.2 Övergripande projektmål

B: Modellutveckling och implementation

C: Utveckling av probitmodellen samt inkludering av blandgaser

N: Inventering och implementation av modeller för Direktverkan

R: Färdigställande av gammastrålning följs av studier av betastrålning

Deposition: Verifiering av utvecklad modell

System: Vidareutveckling av Effektmodulen

Omvärldshändelser: Analyser av faktiska händelser

3.29.3 Delmål – framkomna resultat

B: *Skapa mallar och verifiera befintlig sjukdomsmodell för en enskild individ*

Kompetensutveckling inom sjukdomsmodellering har skett genom deltagande i sommarkurs vid Yale University. En tidigare studie angående luftburen smittspridning av mul- och klövsjuka har fortskridit och ett manuskript är inskickat till en vetenskaplig journal [1].

C: *Utveckla probitmodellen med avseende på återhämtning och gasblandningar*

För att förbättra framtagningen av parametrar till vår toxikologimodell har vi gått över till *Benchmark Dose Response Modelling* (BMD) vilket är en annan metodik än vad som använts tidigare för att analysera mätdata. Eftersom BMD använder ett större spann av den tillgängliga datamängden bedöms den ge bättre uppskattning av förväntad respons hos en exponerad befolkning. En kurs arrangerades under hösten där experter på BMD från Karolinska Institutet besökte FOI.

Det finns ett antal sammanställningar publicerade med riktlinjer för förväntade skadenivåer givet exponeringar av utvalda kemiska ämnen. Trots stora begränsningar så tillhandahåller de användbar information i vissa situationer. Under året har en inventering över existerande och relevanta uppsättningar med riktlinjer sammanställts tillsammans med metadata som till exempel vilken organisation som står bakom dem.

N: *Inventering av intressanta modeller inom Klangverk och VVM*

I samverkan med enheten för kärnvapenfrågor vid FOI Kista har deras befintliga modeller, Klangverk och VVM, för att hantera direktverkan från N-händelser analyserats. Vi kom fram till att de lämpar sig väl för de frågeställningar som Effektmodeller är intresserade av. Arbetet med implementation i Effektmodulen till *FOI Dispersion Engine* planeras att påbörjas under 2020.

R: *Färdigställande av data och dokumentation för gammastrålning*

De tidigare genomförda studierna för att uppskatta extern dos från gammastrålande källor har fortskridit i mer komplicerad urban miljö. Detta har möjliggjorts genom att det fysikaliska innehållet i några utvalda svenska städer har kartlagts [2], vilket används som media i vilken strålningsdoser sedan beräknas. För att effektivisera stråldosberäkningar från en spatialt distribuerad källa har en kartläggning genomförts som visar vid vilket avstånd bidragen från de radioaktiva partiklarna inte längre ger signifikanta bidrag [3]. Vidare så har

benhinnor inkluderats i FOI:s olika fantom vilket ger förbättrad upplösning i stråldosberäkningarna [4]. Med hjälp av ny referensdata har fantom och beräkningssystem för gammastrålning framgångsrikt validerats [5]. Stråldosbidrag från radioaktiva partiklar belägna väldigt nära fantomen har inte tidigare kunnat beräknas eftersom de geometriska antaganden som använts inte längre är giltiga. Denna lucka har under året åtgärdats genom att en cylindrisk källterm för närgeometri har utvecklats, vilken kommer användas under 2020.

Deposition: Verifiering av implementerad modell

Verifiering och validering av en tidigare framtagen depositionsmodell för FOI:s Lagranska spridningsmodell LPELLO var planerad att genomföras inom det internationella samarbetsprojektet MODISAFE. Fördröjningar i processen av det juridiska samarbetsavtalet mellan länderna har orsakat en senareläggning av projektstarten och denna aktivitet har därmed inte genomförts enligt plan.

System: Implementera B-mallar, data för gammastrålning, stråldoser från kontinuerliga fält

Årets arbete med B-mallar har främst skett genom studien av mul- och klövsjuka. Implementation och verifiering av några av de vanligaste epidemiologiska modellerna har genomförts. De framtagna stråldostabellerna för gammastrålning under varierande förutsättningar är delvis implementerade i Effektmodulen som är kopplad till FOI:s mjukvarupaket *Dispersion Engine*. I takt med att nya resultat från stråldosberäkningarna fastställs inkluderas även dessa i befintligt system. För stora deponerade fält blir punktviss representation av strålningskällan (dvs. diskreta radioaktiva partiklar) beräknings- och minnestungt. I dessa fall kan ett analytiskt angreppssätt vara fördelaktigt där fältet integreras under vissa antaganden. En externt framtagen metod för detta har testats under året [6]. En liknande metod kommer att implementeras i Effektmodulen.

Omvärldshändelser: Analysera omvärldshändelser

Ingen skarp fallstudie har genomförts under året.

Övrigt:

Vid specifika fallstudier krävs information angående befolkningen i det utsatta området. Under året har en kartläggning av befintliga och öppna källor för befolkningstätheten inom olika geografiska områden genomförts. Informationskvaliteten varierar globalt och vissa källor är begränsade till endast mindre geografiska områden. Genom att kombinera flera olika källor har ett underlag tagits fram som kan användas för att ge en snabb och användbar uppskattning av befolkningsstorlekar inom valfritt område.

3.29.4 Leveranser och övriga publikationer

Referenserna 2-5 har producerats som leveranser under året i samarbete med anslagsprojektet *Dosimetri*. Referens 6 ingår inte i leveranser från detta projekt.

1. Björnham, O., R. Sigg, and J. Burman, Multilevel model for airborne transmission of foot-and-mouth disease applied to Swedish livestock. 2019.
2. Ahlinder, L. and J. Bahar Gogani, Densitet och elementär sammansättning i svenska tätorter. 2019, Swedish Defence Research Agency.
3. Bahar Gogani, J. and G. Ågren, Cut-off distances for environmental photon exposures. 2019, Swedish Defence Research Agency.
4. Bahar Gogani, J., C. Lejon, and G. Ågren, Modifiering av FOI:s manliga standardfantom för bestämning av stråldos till endosteum. 2019, Swedish Defence Research Agency.

5. Bahar Gogani, J. and G. Ågren, Organ and effective doses for FOI mathematical phantoms due to environmental photon exposures. 2019, Swedish Defence Research Agency.
6. Eckerman, K.F. and J.C. Ryman, External exposure to radionuclides in air, water, and soil. 1996, Oak Ridge National Lab.

3.29.5 Samarbeten och nyttiggörande

Effektmodeller samarbetar med flera andra projekt för att finna synergier och effektivisera projektet. En stor del av *Effektmodellers* funktionalitet har bäring på resultat från spridningsberäkningar. Ett nära samarbete föreligger därför med projektet *Spridning I Luft Mark Och Vatten* (SILMOV). Detta samarbete leder till att bästa möjliga kompatibilitet för Effektmodulen som utvecklas som ett komplement till *FOI Dispersion Engine* (DE) vilket ger båda komponenterna utökade och välfungerande funktionaliteter. För radioaktiva ämnen samarbetar *Effektmodeller* med projektet *Dosimetri* då stråldosberäkningar är av intresse för båda parter. Frågeställningarna i projekten gäller liknande frågor fast med något olika perspektiv och detaljnivåer. Det omfattande simuleringsarbetet som genomförs ger resultat som kommer till nytta i båda projekten.

Ett samarbete pågår med *Conflict & Health Research Group* vid King's College i London för att studera hälsoeffekter på civilbefolkningen som en följd av konflikter.

I och med övergången till *Dose Response Modelling* för mätdataanalys av hälsoeffekter efter exponering för kemiska ämnen för FOI samarbetssamtal med motsvarande forskningsgrupp på Institutet för miljömedicin vid Karolinska Institutet.

Det internationella samarbetsprojektet MODISAFE ligger i startgroparna och kommer dra igång under 2020 vilket innebär ett samarbete med flertalet aktörer från Norge, England och Frankrike vad gäller bland annat deposition.

Effektmodeller bygger konstant upp en bredare kunskapsbas på FOI gällande skadeeffekter som följd av CBRN-händelser. Vid sidan av kunskapsuppbyggnaden sker en kontinuerlig utveckling av digitala verktyg för att nyttja de modeller och data som sammanställs inom de olika delområdena. DE tillsammans med Effektmodulen finns implementerade hos Räddningstjänst samt inom Försvaret via SAAB. De förbättrade probitparametrarna är levererade till intressenter inom både MSB och FM.

Ett nyttiggörande av *SILMOV:s* och *Effektmodellers* verksamheter har under 2019 legat i att bistå Åklagarmyndigheten i en utredning angående grovt miljöbrott.

3.30 Direktverkan

3.30.1 Syfte

Direktverkan av kärnvapen är ett område som har legat i dvala under totalförsvarets strategiska paus. Den pågående planeringen av totalförsvaret har tydliggjort att kunskapsområdet behöver återtas och utvecklas. Därför startades 2018 ett projekt vars syfte är att, till nytta för totalförsvaret, ta tillbaka samt utveckla och bibehålla kunskap om direktverkan av kärnvapen. Konsekvenserna av direktverkan av kärnvapen kan omsättas i en rad olika sammanhang – inom och utanför FOI. Detta projekt har dock att fokusera på direktverkan i sig och de fysikaliska processer som ger upphov till denna verkan. Mer precist studeras fysikaliska modeller, metoder och verktyg för bedömning av kärnvapenverkan inom ungefär den första minuten efter detonationen. Projektet innefattar således samtliga verkansformer från kärnvapen (luftstöt våg, markstöt våg, vattenstöt våg, joniserande

initialstrålning, värmestrålning, elektromagnetisk puls), med undantag för mer långsiktiga effekter av kvarvarande strålning och radioaktivt nedfall.

3.30.2 Övergripande projektmål

Målsättningen är att projektet producerar kunskap rörande kärnvapenverkan som till sitt omfång och utförande är tillräckligt bra för mottagarens syften. Detta kräver kännedom om mottagarens behov och krav för att kunskapen ska kunna nyttiggöras på ett bra sätt. Att uppnå detta mål kommer att ta tid och byggas upp stegvis, varför projektet 2019 fortsatt med inventering av behov och värdering av det befintliga läget. Avhängigt de prioriteringar som identifieras kommer denna inventering och kartläggning fördjupas i kommande års verksamhet och fortsatt ligga till grund för vidare prioritering.

3.30.3 Delmål – framkomna resultat

Projektet hade ett antal delmål 2019 vars resultat diskuteras nedan.

Fördjupad kartläggning och värdering av tillgängligt underlag för direktverkan av kärnvapen

Enheten för kärnvapenfrågor förfogar över ett stort antal utländska (främst amerikanska) och svenska publikationer relaterade till kärnvapenverkan. Verksamheten 2019 har i huvudsak innefattat en genomgång av rapporter relaterade till markstöt våg, kraterbildning och fortifikatoriskt skydd mot direktverkan. Detta underlag har nyttjats både för kunskapsuppbyggnad inom projektet och i diskussioner med FM samt Fortifikationsverket, FortV.

Fortsatt kartläggning av behovet av underlag

Den pågående planeringen av totalförsvaret har både ökat intresset för och behovet av underlag för direktverkan från kärnvapen. Nuvarande kunskapsnivå och typen av behov varierar avsevärt både inom totalförsvaret som helhet och inom olika grenar av FM. Tydligt är dock att behovet av underlag är heltäckande i den bemärkelsen att alla verkansformer berörs av flertalet frågeställningar. Det finns vidare ett generellt behov av kunskapsuppbyggnad kring verkan i det absoluta närområdet kring en detonation, till exempel vid direktträff mot en hårdgjord anläggning. Kartläggningen av behovet av underlag har till stor del arbetat med att precisera de aktuella frågorna inom detta område.

En handbok för beräkning av direktverkan från kärnvapen

En handbok för beräkning av direktverkan från kärnvapen har sammanställts under året och kommer att ges ut som ett FOI Memo under 2020. Sammanställningen avser ge en första introduktion till området för intresserad personal inom totalförsvaret.

En rapport angående eldklot under det tidiga skedet av en marknära detonation

Ett omfattande arbete för att beräkna eldklotets utbredning under det tidiga skedet av en markdetonation har genomförts. Resultaten från dessa beräkningar har sammanställts och ligger till grund för det vidare arbetet med kärnvapenverkan i det absoluta närområdet kring en detonation.

En rapport som översiktligt beskriver problemområdet elektromagnetisk puls (EMP)

Under genomgången av EMP-litteratur har ett större arkiv med referenser inom området påträffats. Bedömningen är att dessa referenser har en sådan relevans att de motiverar en utökning av studiens omfattning. Den kartläggande studien av EMP kommer således att fortgå under 2020.

Beräkning av verkan från joniserande initialstrålning

Ett antal beräkningar relaterade till frågan när initialstrålning är den dominerande verkansformen har genomförts. Vidare har effekten av olika typer av skärmning beräknats och en undersökning av kärnvapen med en förhöjd andel neutronstrålning genomförts.

Prioritering av den fortsatta verksamheten

Kartläggningarna av tillgängligt underlag för direktverkan samt behovet av underlag pekar på att följande områden särskilt bör prioriteras inom projektet:

- Fördjupad kartläggning och värdering av tillgängligt underlag för direktverkan av kärnvapen.
- Direktverkan från kärnvapen i det absoluta närområdet kring detonationen (stötvåg, joniserande initialstrålning, värmestrålning, elektromagnetisk puls).
- Verkansformernas fördelning med avseende på laddningstyp och detonation.
- Verkan från elektromagnetisk puls.
- Fortifikatoriskt skydd.

3.30.4 Leveranser och övriga publikationer

Följande leveranser och rapporter har genomförts i projektet 2019:

- M. Goliath och D. Sunhede – FOI Memo, *under sammanställning*.
- M. Stenmark – Det initiala eldklotet, FOI-D, *under sammanställning*.

3.30.5 Samarbeten och nyttiggörande

Utöver ovanstående leveranser har kunskap inom projektet bland annat delgetts via följande presentationer och samarbeten:

- D. Sunhede, Kärnvapenverkan i vatten. Presentation vid SkyddC (2019-02-06).
- F. Nielsen och D. Sunhede. Diskussioner kring kunskapsläget inom EMP-området med deltagare från Fortifikationsverket och FOI Grindsjön (2019-04-16).
- Workshop tillsammans med Spridningsberäkningar och Radioaktiva ämnen angående hur det tidiga skedet av en kärnladdningsdetonation kopplar till radiologisk verkan, både i direkt anslutning till detonationen och mer långsiktiga konsekvenser av strålning (2019-09-12).

FOI deltar inom projektets verksamhet även i Centrala beredningsgruppen elektromagnetiska hot (CBG EM-hot).

3.31 Radioekologi

3.31.1 Syfte

Radioekologi avhandlar interaktionen mellan radioaktiva ämnen och miljön. Primärt rör det upptag och omlagring i miljöns olika komponenter samt ackumulation i specifika system eller populationer som riskerar ge stråldos till människa. De två vägarna till uppbyggnad av stråldos i människan går via intag av radioaktiva ämnen via inandning och föda (intern stråldos) samt exposition för joniserande strålning direkt från omgivningen (extern stråldos). De miljöer som är aktuella berör både FM och det civila samhället eftersom radioekologiforskningen spänner över allt från stadsmiljö till primärproduktion inom jordbruket och vistelse i/ utnyttjandet av naturliga ekosystem. Syftet med detta projekt är att

empiriskt och teoretiskt skapa kunskap om radioaktiva ämnens fördelning på kort och lång sikt efter ett nedfall i dessa miljöer. Detta kommer initialt att ske via uppdatering av kunskapsläget samt på sikt via empirisk forskning och då även via tilläggsfinansiering.

3.31.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande mål är att samla kunskap om radionuklidens fördelning och omlagring efter ett radioaktivt nedfall, samt hur detta påverkar stråldosen till människan. Målet är att skapa teoretiska modeller som tillsammans med utvecklingen av metoder för stråldosberäkningar i projektet *Dosimetri* och *Strålskydd* ger förmågan till att beräkna stråldos via intag av radionuklider via föda och via extern stråldos från omgivningen. Denna förmåga kommer att vara till nytta för planeringen avseende strålskydd inom såväl FM som den civila beredskapen samt vid inträffade reaktorhaverier och kärnvapendetonationer.

3.31.3 Delmål – framkomna resultat

Under 2019 har en litteraturstudie om kunskapsläget i Sverige genomförts och diskussioner har skett med myndigheter med ansvar inom området. Utifrån detta har en rapport skrivits med förslag till kommande forskningsområden. Projektet har också resulterat i en ansökan och beviljade medel från SSM till ett forskningsprojekt inom området.

3.31.4 Leveranser och övriga publikationer

- Kunskapsläge inom området Radioekologi. FOI Memo inskickat 2019.

3.31.5 Samarbeten och nyttiggörande

Diskussioner har under året förts med avnämare inom området. Resultat från området Radioekologi ger viktiga indata för beräkningar av resulterande stråldos till människa efter en händelse som resulterar i ett utsläpp av radioaktivt material.

Årsrapport 2019 avseende Nedrustning och icke- spridning

Innehållsförteckning

1	Forskningsområdets omfattning och inriktning	3
2	Den nationella och internationella utvecklingen inom CBRN-området	4
2.1	Hotet från massförstörelsevapen.....	4
2.2	Kärnvapen	7
2.3	Biologiska och kemiska vapen	7
3	Projektvisa beskrivningar av genomförd verksamhet	10
3.1	Kärnvapen	10
3.2	Biologiska vapen.....	17
3.3	Kemiska vapen	24
3.4	Rymd- och missilfrågor	26

1 Forskningsområdets omfattning och inriktning

För Utrikesdepartementets behov av kemisk, biologisk, radioaktiv och nukleär (CBRN) kompetens sker kunskapsuppbyggnad rörande utveckling av tekniskt stöd och vetenskapliga metoder för att verifiera efterlevnaden av olika nedrustnings- och provstoppsavtal, som ett led i Sveriges ansträngningar att bidra självständigt och konstruktivt till internationella samfundets nedrustnings- och icke-spridningssträvanden. För att bedriva denna forskning erhåller FOI ett anslag från Utrikesdepartementet (anslag 1:6 ap.4) tillsammans med ett anslag från Försvarsdepartementet (anslag 1:9 ap.2). Dessa båda anslag utgör huvudsaklig finansiering av kunskapsuppbyggande verksamhet och infrastruktur inom CBRN-området och är en förutsättning för att kunna säkerställa långsiktig grundkompetens och infrastruktur inom området. Området omfattar även delområdena Rymdfrågor och Missilfrågor.

Nedan beskrivs resultat för 2019 av den forskning som bedrivs med Utrikesdepartementet som uppdragsgivare.

2 Den nationella och internationella utvecklingen inom CBRN-området

2.1 Hotet från massförstörelsevapen

Förbudet att utveckla och använda kemiska- och biologiska vapen samt kärnvapen regleras av internationella konventioner¹ och flera stater, i strid med konventionerna, misstänks för att ha fortsatt utveckla dessa vapen. Det innebär en risk för att kunskap och materiel sprids från dessa länder till nya aktörer, både statliga och icke-statliga.

Fördraget om icke-spridning av kärnvapen (NPT) delar in staterna som är parter i avtalet i två grupper, kärnvapenstaterna USA, Ryssland, Kina, Storbritannien och Frankrike och övriga icke-kärnvapenstater som har förbundit sig att inte anskaffa, eller söka anskaffa, kärnvapen. Utöver de ovan nämnda *de jure* kärnvapenstater innehar även Indien, Pakistan, Israel och Nordkorea kärnvapen. I och med att de står utanför NPT benämns de ofta *de facto* kärnvapenstater. Ett antal icke-kärnvapenstater hänförs till gruppen *tröskelländer* när de innehar industriell förmåga och infrastruktur som möjliggör framställning av kärnvapen inom ett relativt kort tidsspänn. Dit kan Tyskland, Japan och Iran räknas. Motiv, intentioner och säkerhetspolitiskt sammanhang gör att Iran också betraktas som ett *riskland*. Det pågående allmänna spända säkerhetspolitiska läget i regionen har i dagarna lett fram till att Iran inte längre anser sig vara bundna av överenskommelsen JCPOA men att de kommer att fortsätta att koordinera med IAEA. Hur utvecklingen i Iran kommer att fortskrida och vilka åtgärder som omvärlden kommer att vidta för att förhindra att Iran anskaffar kärnvapen är i allra högsta grad en levande fråga.

Rustningskontroll är i formell mening obefintlig utanför det bilaterala avtalet Nya start som fortfarande finns mellan innehavarna av de största arsenalerna, USA och Ryssland. Rustningen fortsätter i Indien, Pakistan och Kina avseende numerär men framför allt mot nya förmågor. Detsamma gäller i princip även i Nordkorea men utvecklingen skiljer sig bland annat genom att Nordkoreas inträde som *de facto* kärnvapenstat fortfarande är under utveckling och att den diplomatiska aktiviteten kopplad till denna utveckling befinner sig i ett oklart skede.

Det rustningskontrollerande ramverk som utvecklades mellan USA och Sovjetunionen under 1980-talet omfattade Start-avtalet för strategiska kärnvapen, INF för så kallade Euro-missiler och CFE för konventionella styrkor. Dessa avtal kompletterades dessutom av ABM-avtalet som begränsade parternas robotförsvar till högst två platser på det egna territoriet. ABM-avtalet sades upp av USA i början av detta århundrade motiverat av ett behov av att hantera ett framtida hot från Iran och Nordkorea, men har från rysk sida uppfattats som något som på sikt kommer att påverka den strategiska balansen och möjligheten till strategisk avskräckning. Utvecklingen mellan parterna har försämrats under det senaste årtiondet vilket kan illustreras med den ökade betoningen på kärnvapen i den amerikanska *Nuclear Posture Review* som offentliggjordes 2018 och den rad av nya vapenbärare för kärnvapen som presenterades i ett tal av President Putin några veckor senare. USA anklagade Ryssland för att bryta mot INF-avtalet redan 2014 och under 2019 valde USA att träda ur avtalet, kort därefter följt av Ryssland. Framtiden för det Nya startavtalet, som trädde i kraft 2011 och löper ut 2021, förefaller allt mer osäker. Tiden är för knapp för att hinna förhandla fram ett nytt avtal, något som ytterligare försvåras av att viljan inte verkar finnas, och en förlängning av Nya start skulle utelämnas en rad koncept, som till exempel robotförsvar och långgräckviddiga kärnreaktordrivna torpeder, och därmed inte fullt ut fylla sin funktion som strategisk stabilisering. De kärnvapen som i dagsläget befinner sig i Sveriges närområde, framför allt ett avsevärt antal olika typer av ryska

¹ För kärnvapen regleras endast icke-kärnvapenstaters kärnvapeninnehav och utveckling genom konventioner.

substrategiska kärnvapen, är inte föremål för någon form av rustningskontroll och kan i någon mån betraktas som vilka vapen som helst om än med betydande konsekvenser om de skulle komma till användning.

Kemvapenkonventionen (CWC) som förbjuder utveckling, tillverkning, lagring och användning av kemiska (C) vapen har funnits sedan 1997 och hade 193 statsparter vid 2019 års utgång. De viktigaste skyldigheterna för medlemsstaterna är att efterfölja detta förbud samt att förstöra alla existerande C-vapen vilket kontrolleras av Organisationen mot förbud av kemiska vapen (OPCW). Hotet från C-stridsmedel har sedan CWC trädde i kraft gradvis minskat jämfört med 1980-talet. När Syrien 2013 skrev under CWC och därmed deklarerade och sedan förstörde ett omfattande lager av kemiska vapen minskade ytterligare risken att lagrade C-stridsmedel och vapenbärare sprids till nya aktörer, både statliga och icke-statliga. Ryssland meddelade 2017 att de sista lagren av sina 40 000 ton deklarerade C-vapen förstörts. Därmed har nu drygt 97 % av världens deklarerade C-vapen eliminerats. USA har angett att de 2023 ska ha slutfört sin destruktion av sina återstående 9 % av ursprungliga 28 000 ton.

B- och toxinvapenkonventionen (BTWC) saknar en motsvarande kontrollfunktion och det råder alltså oenighet mellan medlemsstater i frågan. Exempelvis mellan NAM-länderna, vilka önskar ett rättsligt bindande protokoll med verifikationsystem, och de mer västligt orienterade länderna, som ser detta som en återvändsgränd. Istället bedrivs arbete med att stödja BTWC med ett årligt statspartsmöte och i olika arbetsgrupper. Arbetet med att begränsa hotet från biologiska vapen kommer också fortsättningsvis att behandlas under globala initiativ för att möta hälsohot, till exempel *Global Health Security Agenda* och inom WHO:s verksamhet.

Den negativa utvecklingen av den globala säkerhetsordningen och den ökade spänningen mellan stormakterna avspeglas även i utmaningarna med att upprätthålla funktionell implementering av konventionerna och att C-stridsmedel *de facto* använts av såväl statsparter som stater som står utanför CWC under de senaste sju åren. Arbetet inom CWC och BTWC har till stor del fortsatt att präglas av ovilja till samsyn i flera viktiga frågor likväl som medvetna inslag av fördröjande, fördömande och förhindrande karaktär. En fortsatt fråga på agendan med stor grad av oenighet inom CWC gäller inkapaciterande kemiska ämnen och möjlighet att kontrollera användning och utveckling av dessa. Det var denna typ av ämnen Ryssland använde vid en gisslanfritagning 2002. Ett antal problemstater bedriver forskning om och ser användbarheten av dessa ämnen för att bekämpa terrorism. I stort verkar den negativa utvecklingen inom CWC och BTWC vara svår att bryta även om viss ljusning kan skönjas, som att det i slutet av 2019 i konsensus röstades igenom att nya C-stridsmedel, för första gången sedan ikraftträdandet 1997, skall läggas till CWC. Bland dessa ingår substanser med koppling till det nervgift som användes för att förgifta individer i Salisbury, Storbritannien 2018.

Storbritanniens anklagelser mot Rysslands inblandning i förgiftningarna, vilket stöddes av länder i väst, fördömdes av Ryssland. Händelsen utvecklades från lönnmordsförsök till ett exempel på rysk vilseledningskampanj och resulterade därtill i massiva saneringsåtgärder. Först i mars 2019, nästan ett år efter förgiftningarna, förklarades kontaminerade platser vara fria från nervgiftet.

Ryssland satsar på skydd och säkerhet mot biologiska (B) och kemiska vapen. De ryska CBR-skyddstrupperna får ny utrustning och deltar i stora försvarsgemensamma övningar. En nyutvecklad skyddsmask för de militära styrkorna är nu operativ som ett exempel. Även specialtrupper har försetts med en motsvarande skyddsmask. Att CBR-förbanden återfinns i hela landet och spelar en viktig roll kan indikera att dessa vapen är en del i den ryska synen på framtida krig men det finns inga tydliga indikationer på att Ryssland återbygger en arsenal av B- eller C-vapen.

Den syriska regimen kontrollerar nu större delen av Syrien i den konflikt som även inkluderat bekräftad användning av C-vapen mellan 2013-2018. Utvecklingen av konflikten har medfört att rapporterad användning av C-vapen nästan helt upphört. Anklagelserna att

regimen ligger bakom majoriteten av de utförda kemattackerna i landet har konsekvent förnekats, en linje som bistått av Ryssland och Iran.

Användning av C-stridsmedel för lönnmordsförsök, senast uppmärksammat i Malaysia 2017 och i Storbritannien 2018, Syriens taktiska utnyttjande av C-vapen i konflikten tillsammans med Rysslands anklagelser riktade mot USA i biosäkerhetssammanhang med mer eller mindre hänvisning till B-vapen, exemplifierar bredden av aktuellt utnyttjande av BC-problematiken av stater såväl i gråzon mellan fred och krig som i väpnad konflikt.

Hotet från CBRN-terrorism har under de senaste åren främst manifesterats genom Daesh produktion och användning av kemiska stridsmedel i Irak och Syrien. Det har förekommit uppgifter om att även andra terrorgrupper i Syrien anskaffat och använt kemiska ämnen i konflikten. Kemiska stridsmedel och andra toxiska ämnen som använts av dessa aktörer har baserats på tillgängliga utgångskemikalier i området vilket begränsat aktörernas förmåga att orsaka omfattande konsekvenser med denna typ av vapen. I takt med att Daesh militära kapacitet slagits ut har uppgifter om terrorgruppens kemvapenanvändning i konfliktområdet upphört. Med terrororganisationens globala nätverk, inflytande och propagandaverksamhet finns dock en risk för att CBRN-attentat kan förekomma i andra regioner bland aktörer som sympatiserar med Daesh ideologi och målsättning. Under de senaste tre åren har attentatsplaner med toxiska ämnen i västländer avslöjats och förhindrats. I några av dessa fall har praktisk vägledning och stöd från individer med koppling till Daesh förekommit. Utvecklingen understryker den komplexitet som präglar detta problemområde där presumtiva individer i västländer, utan kvalificerad förmåga, kan erhålla tekniskt stöd för att planera och genomföra attentat med toxiska ämnen i oförutsägbara sammanhang och platser.

Incidenter där toxiska ämnen används i kriminella sammanhang förekommer runt om i världen varje år. Denna typ av incidenter präglas framförallt av utnyttjandet av lättillgängliga toxiska ämnen som riktas mot enskilda individer samt hot där aktörer spelar på individens och samhällets rädsla för toxiska och smittsamma ämnen.

I samband med internationella insatser eller övningar löper svensk insatspersonal en viss risk att utsättas för incidenter med CBRN. Det kan röra sig om attentat med toxiska eller smittsamma ämnen alternativt attacker mot kemisk industri, eller oavsiktlig kemisk, biologisk eller radiologisk exponering. De senaste årens bekymmersamma utveckling av både statlig och icke-statlig användning av kemiska ämnen bidrar till att hotbilden i omvärlden och de regioner där svensk personal kan komma att vistas kontinuerligt bör analyseras, i syfte att kunna vidta riskreducerande åtgärder.

Den snabba utvecklingen inom kemi, biologi och ingenjörskonst skapar förutsättningar att utveckla BC-skydd, men skapar också nya förutsättningar för antagonistiska aktörer som har för avsikt att använda BC-stridsmedel. Ur ett säkerhetsperspektiv kan många av de teknologier, utrustning och resultat som skapas klassificeras som produkter med dubbla användningsområden (eng. *dual use*). Forskning med potentiellt dubbel användning benämns *Dual use Research of Concern* (DURC). Ett exempel på DURC är återskapandet av utrotade patogener genom att använda verktyg inom proteinteknik och syntetisk biologi. Verktyg som även kan användas för att skapa ämnen och organismer med nya funktionaliteter och egenskaper. Teknikerna är avancerade vilket begränsar användningen till resursstarka aktörer. En ytterligare oroande utveckling gäller så kallad *outsourcing* (utkontraktering) av allt mer avancerad produktion av kemiska och biologiska ämnen vilket kan medföra utmaningar för arbete med icke-spridning (*non-proliferation*) och kontroll.

Som medlem i EU anammar Sverige även fortsatt den EU-gemensamma synen avseende risken för att icke-statliga aktörer avsiktligt skulle sprida CBRN, men uppbyggande av beredskap mot CBRN har under lång tid primärt riktat sig mot hantering av olyckor och oavsiktlig smittspridning. Som ett komplement till de civila forskningsprogrammen pågår för närvarande den så kallade förberedande åtgärden PADR (*Preparatory Action Defence Research*) inom försvarsforskningsområdet som syftar till att bana väg för det stora försvarsforskningsprogrammet EDF (*European Defence Fund*) som kommer att lanseras år

2021 och omfattar både en forsknings- och utvecklingsdimension. Med anledning av den återupptagna totalförsvarsplaneringen sker förberedelser för förmågehöjningar utifrån beredskapsansvariga myndigheters olika perspektiv. Det finns än så länge ingen nationell strategi för hur det antagonistiska CBRN-hotet ska omhändertas i totalförsvarsplaneringen. Det är därför upp till enskilda myndigheter och övriga aktörer att själva bedöma om och i vilken grad detta ska ske. Givet de stora utmaningar aktörerna står inför i sina uppgifter i totalförsvarsplaneringen finns en risk att CBRN-problematiken inte beaktas i arbetet.

2.2 Kärnvapen

Efter implementeringen av nedrustningsdelen av det Nya startavtalet mellan USA och Ryssland 2011 har inga reella öppningar till fortsatta reduktioner av antalet strategiska kärnvapenstridspetsar och vapenbärare förekommit. Detta beror delvis på att arsenalerna i USA och Ryssland nu är nere på nivåer som gör att övriga kärnvapenstaters kärnvapeninnehav behöver vägas in i större utsträckning än tidigare. Nya startavtalet löper ut i februari 2021 och möjligheterna för att ett nytt avtal skall ha förhandlats fram under 2020 är mycket små. Avtalet kan också förlängas för en period om upp till fem år, men sannolikheten för detta förefaller i dagsläget inte alltför hög. Under 2019 har förutsättningarna för rustningskontroll mellan USA och Ryssland dessutom komplicerats av att det bilaterala INF-avtalet, som förbjöd en viss klass av robotar, sagts upp av USA eftersom Ryssland enligt USA bryter mot avtalet. Ryssland drog sig ur avtalet kort efter att USA gjort detsamma.

När det gäller såväl *de jure* som *de facto* kärnvapenstater i Asien, det vill säga Kina, Indien, Pakistan och Nordkorea, konstateras att förutsättningarna för att inkludera dessa stater i någon form av nedrustning eller rustningskontroll inte har blivit bättre under året. I åtminstone de tre första staterna pågår en utveckling mot effektivare och mer diversifierade kärnvapen. Den politiska utvecklingen under 2018 med närmanden mellan Nordkorea och USA, respektive mellan Nord- och Sydkorea ingav visst hopp om en politisk lösning, men processerna har till övervägande del stannat av under 2019.

På icke-spridningsområdet har den tidsbegränsade överenskommelse, *Joint Comprehensive Plan of Action* (JCPOA), som 2015 slöts mellan Iran å ena sidan och ett antal stormakter å den andra, varit under hårt tryck sedan USA frånträdde överenskommelsen under 2018. Den säkerhetspolitiska utvecklingen i regionen har under 2019 utmynnat i att Iran inte längre känner sig bunden av överenskommelsen, men de kommer att fortsätta samverka med IAEA. Parterna Tyskland, Frankrike och Storbritannien har i januari 2020 återopat den mekanism för konfliktlösning som finns i överenskommelsen varför frågan kommer att vara högaktuell även framgent.

2.3 Biologiska och kemiska vapen

Politiseringen av debatten i OPCW (organisationen för förbud mot kemiska vapen) har fortsatt varit hög och OPCW 2020 *Programme and budget* fick återigen röstas igenom vid statspartskonferensen 2019. Trots detta kunde enighet nås rörande förslagen att tillföra Lista 1 nya substanser, vilka kunde antas med konsensus.

Incidenten där Sergei och Yulia Skripal i Storbritannien utsattes för ett mordförsök med en nervgas fortsätter att sätta tonläget i arbetet inom OPCW. OPCW kunde genom sitt nätverk av designerade laboratorier, där FOI ingår, verifiera den kemiska strukturen samt konstatera att materialet var av hög kvalitet (så kallad *military grade*). Det är arbetet med att införliva denna nya typ av nervgas i konventionen om förbud mot kemiska vapen (kemvapenkonventionen, CWC) och dess verifikationsregim som upptagit mycket engagemang inom CWC under 2019. Det svåra har bland annat varit att hitta en samsyn med Ryssland på hur dessa nya listningar skall genomföras, främst i fråga om vilka substansklasser och beteckningar på dessa som skall användas.

Kemvapenkonventionen har i dagsläget 193 statsparter. Endast fyra länder står utanför konventionen; Egypten, Israel, Nordkorea och Sydsudan.

Den enda återstående C-vapeninnehavaren av de ursprungliga deklarerade lagren är idag USA. Därmed har Albanien, Indien, Irak, Libyen, Ryssland, Sydkorea och Syrien avslutat destruktionsen av sina deklarerade innehav. USA har destruerat drygt 93 % av ursprungligen 28 000 deklarerade ton och 2023 anges fortfarande som slutdatum.

Det faktum att destruktionsen av kemiska vapen nu närmar sig sitt slut och frågan om hur OPCW:s resurser då ska användas är fortsatt aktuell. Beslutet att OPCW ska införa en attributionsmekanism som ska sammanställa information om vem som kan vara förövaren vid en händelse med kemiska vapen i Syrien är fortsatt känslig. Ryssland och även Kina motsätter sig detta och försöker till exempel genom att inte stödja hela budgeten hitta sätt att avskaffa denna mekanism. Attributionsmekanismen arbetar med flera fall av bekräftad användning av kemiska vapen och dess första rapport väntas 2020.

Idag finns ett starkt stöd för att förbjuda användning av *CNS-acting chemicals* i polisiär användning. Sverige anslöt sig till den gruppering som officiellt uttrycker ett avståndstagande till att utveckla eller använda ämnen som påverkar det centrala nervsystemet, även polisiärt, i samband med CWC:s statspartsmöte (CSP) 2018. Arbetet har nu inriktat sig mot att ta fram ett förslag till förbud som skall beslutas vid CSP 2020.

Konventionen om förbud mot biologiska vapen och toxinvapen (BTWC) är nu uppe i 183 statsparter sedan Tanzania under 2019 anslutit till konventionen. Bland de stater som enbart signerat konventionen återfinns som tidigare bland annat Egypten och Syrien. I kretsen av de fåtal stater som helt står utanför konventionen återfinns fortsatt Israel.

Årets BTWC:s expertmöten och statspartsmötet behandlade de tematiska områdena samverkan och assistans; utvecklingen inom relevant vetenskap och teknik med fokus på genom-editering; nationell implementering av statsparternas åtaganden; assistans, respons och beredskap för hantering av smittutbrott; institutionell förstärkning av BTWC. Två frågor som fortsatt ger upphov till diskussioner är förslagen om en verifikationsmekanism samt om en uppförandekod för forskare. Vidare diskuterades behovet av ett stärkande av förtroendehöjande åtgärder bland annat genom förbättrad CBM-rapportering. Trots långa diskussioner kunde varken expertmötena eller statspartsmötet enas om mer än procedurmässiga rapporter. De motsättningar som alltså finns mellan ett antal NAM-länder och flera västgruppsländer ligger till grund för avsaknad av konsensus och bidrar till svårigheter för konstruktiv progress inom BTWC. Dock förmedlade ordföranden för statspartsmötet ett *aide memoire* - ett dokument som skulle kunna ligga till grund för fortsatta diskussioner och ställningstaganden vid statspartsmötet 2020 eller översynskonferensen 2021.

Diskussionerna under 2019 har även fortsättningsvis berört det bekymmersamma finansiella läget för BTWC som uppstått på grund av uteblivna och försenade bidrag från statsparter. 2018 etablerades *Working Capital Fund* (WCF) som består av frivilliga bidrag men det är oklart hur WCF ska användas samt hur eventuellt överskott ska hanteras.

Noterbart är att Ryssland för andra gången i ordningen arrangerade en konferens *2nd International Conference on Global Biosecurity Challenges* i syfte att ta upp specifika frågor till diskussion inför BTWC:s expert- och statspartsmöten 2019 samt översynskonferensen 2021.

Arbetet för att begränsa och motverka hoten från biologiska vapen behandlas fortsättningsvis även via andra globala initiativ såsom *Global Partnership Against the Spread of Weapons and Materials of Mass Destruction*, FN:s Säkerhetsråds resolution 1540 och *Global Health Security Agenda* samt i verksamheter som bedrivs av internationella

organisationer inom hälsoområdet (till exempel WHO² och OIE³). Mycket av detta har bäring på BTWC. Sammantaget är arbetet till del fragmenterat, och en betydande utmaning är därför att koordinera och etablera samverkan mellan alla de initiativ och verksamheter som har potential att bidra till en stärkt B-vapenkonvention.

För biologiska vapen är FN:s Generalsekreterarmekanism för utredning av påstådd användning av biologiska och kemiska vapen (UNSGM) fortsatt den internationella mekanism som har mandat att genomföra undersökningar av påstådd användning. Det saknas idag ett dedikerat ekonomiskt system för UNSGM och arbetet under mekanismen är kraftigt beroende av initiativ från enskilda medlemsstater. Frågan om UNSGM diskuteras till del inom BTWC, även om mekanismen ligger utanför dess ram. Framsteg har gjorts för att stärka den biologiska delen av UNSGM, främst via grupperingen *Friends of the UNSGM*, genom att etablera ett utbildnings- och träningskoncept för experter och expertkonsulter. Kopplat till detta bidrar Sverige till genomförandet av en avslutande så kallad Capstone-övning för tilltänkta B-vapeninspektörer i Berlin under 2020.

Det fortsatta arbetet med att etablera ett laboratorienätverk kopplat till UNSGM går långsamt framåt. Vid årliga möten organiserade av *Spiez Laboratories* i Schweiz diskuteras centrala frågor, till exempel vilka krav som ska ställas på laboratorier och metoder för att utredningsresultat ska kunna accepteras i ett vidare politiskt och juridiskt sammanhang samt hur den geografiska representationen i laboratorienätverket ska kunna stärkas. På praktisk nivå har analysövningar genomförts för att stärka såväl den laborativa analysförmågan som förmåga till analys av genetisk data. Målsättningen är att laboratorierna ska ha förmåga att hos smittämnen eller toxiner kunna upptäcka tecken som kan hjälpa till att särskilja ett avsiktligt orsakat utbrott från ett naturligt utbrott.

Inom Australiengruppen⁴ (AG) läggs allt mer fokus på att medvetandegöra industri och akademi om dubbelanvändningsproblematiken vad det gäller C- och B-ämnena. Särskilt arbetet gentemot akademien ses som viktig då det är vanligt med studenter och gästforskare från andra länder, och att även förmedling av kunskap kan utgöra export. Dessutom är kulturen sådan i akademiska kretsar att all kunskap bör offentliggöras och spridas, en inställning som inte alltid är i harmoni med icke-spridningsarbetet. Ytterligare en strävan och utmaning inom AG-arbetet är att arbeta mer proaktivt än reaktivt när det gäller teknikutveckling. Problematiken ligger i att inte verka hämmande för industri och forskning men samtidigt verka för icke-spridning av *dual use*-produkter och potentiella bioterroragens. AG genomför kontinuerliga *out reach*-aktiviteter till icke-medlemsstater för att sprida kunskap om en effektiv exportkontroll, stödja uppbyggnaden av nationella regelverk på området och försöka förmå viktiga teknikproducerande stater att anamma AG:s exportkontrollregler. Kina ses som en särskilt viktig samtalspartner eftersom landet är en stor teknikproducent, men även knutpunkter för global handel som exempelvis Singapore och Förenade Arabemiraten får återkommande besök av AG-delegationer. Kopplat till detta kan det vara värt att notera att Kina i BTWC-sammanhang aktivt ifrågasätter AG och har föreslagit upptagandet av en diskussion om en multilateral exportkontrollmekanism, vilket fått stöd från NAM-länder. På senare år har den snabba generella teknikutvecklingen inom till exempel artificiell intelligens (AI) samt robotisering rönt intresse eftersom dessa teknologier skulle kunna underlätta proliferation.

² World Health Organization

³ World Organisation for Animal Health

⁴ En informell gruppering av länder som via harmonisering av exportkontroll försöker säkerställa att exporter inte bidrar till utveckling av biologiska eller kemiska vapen

3 Projektvisa beskrivningar av genomförd verksamhet

Viss verksamhet omfattar två projektdelar, ett uppdragsprojekt med fokus att ge direktstöd till UD och ett grundkompetensprojekt där fokus är långsiktig kompetensuppbyggnad inom området, men här redovisas de gemensamt.

3.1 Kärnvapen

3.1.1 Nationellt datacenter, NDC

3.1.1.1 Syfte

Nationellt datacentrum (NDC) hanterar och analyserar radionukliddata och seismiska data från mätstationer i Sverige och globalt. Syftet är att på grundval av mätdata erbjuda oberoende tekniska analyser av kärnvapenprov eller andra N-händelser i omvärlden. I dagsläget är huvudtillämpningen analys av data från och stöd till uppbyggnaden av det tekniska verifikationssystemet för CTBT.

Verksamheten inom NDC-uppdraget stöds av ett projekt för långsiktig utveckling och bibehållande av erforderlig kompetens.

3.1.1.2 Övergripande projektmål

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt samt ett uppdragsprojekt. Nedan anges de övergripande målen för respektive projekt.

Uppdrag

- Enhetlig och integrerad analys av radionuklid- och seismiska data med hög grad av automatiskt stöd.
- Relevant tekniskt stöd till CTBT:s genomförandeorganisation i uppbyggnaden och driften av verifikationssystemet för CTBT.
- Drift av den seismiska stationen i Hagfors enligt åtagande.

Grundkompetens

- Bibehållande av en framskjuten position inom N-verifikation på basis av radionukliddata, särskilt avseende radioaktiva ädelgaser.
- Ökad förmåga att karaktärisera och lokalisera källan till radionuklider och/eller seismiska signaler.

3.1.1.3 Delmål – framkomna resultat

Nedan anges delmålen för grundkompetensprojekt och uppdragsprojekt samt resultat av dessa för 2019.

Uppdrag

Kvalificerad rutinmässig analys av data från det internationella nätverket för verifikation av CTBT

Under 2019 publicerades det omfattande arbete som gjorts på FOI för att förbättra den statistiska tillförlitligheten i analyser av låga nivåer av radioxenon.

Kontakter med brittiska AWE, som driver Storbritanniens NDC, har fortsatt. Vid ett möte i november utbyttes erfarenheter av bl.a. modellering av radioxenonbakgrunder och analys

av spektra. Utveckling av gammaspektrometrimetoder för ökad känslighet i vissa typer av luftfilteranalyser diskuterades också.

Aktivt deltagande i CTBT-relaterade möten och förhandlingar, framför allt avses tekniskt inriktat arbete inom ramen för den tekniska arbetsgruppen (WGB) inom den förberedande kommissionen för CTBT:s genomförandeorganisation (här kallad CTBTO)

FOI har på UD:s uppdrag och i enlighet med UD:s instruktion representerat Sverige vid WGB:s sedvanliga två möten under året. I samband med WGB:s möten anordnas vanligtvis informella möten för att i större detalj diskutera och bereda tekniska frågor. I dessa har FOI aktivt deltagit och framför allt varit drivande inom utveckling och förbättring av xenonanalys inom CTBTO:s tekniska sekretariat.

Fortsatt utveckling av samarbete (analys och kunskapsuppbyggnad) med Norges NDC (drivs av Norsar)

I början av 2019 undertecknades ett avtal mellan FOI och NORSAR, som driver Norges NDC, om samarbete på analysområdet. FOI har här en stark position inom analys av atmosfärisk radioaktivitet, medan NORSAR har samma starka position inom detektionseismologi. Under året blev det tillfälle till ömsesidigt stöd t.ex. vid bedömningen av explosionen utanför Arkhangelsk i augusti.

Grundkompetens

Inskolning av ny(a) medarbetare på detektionseismologiområdet

Resultatet av nyrekryteringen under 2018 för arbete med bl.a. detektionseismologi har varit mycket positivt. "Inskolning" har fortskridit under 2019, med bland annat framgångsrikt mentorskap från andra enheter på FOI och livaktiga kontakter med bland annat Uppsala universitet och NORSAR. Avsikten är att på sikt säkra FOI:s förmåga att samla in, hantera och analysera seismologiska data. Betydande steg mot detta har tagits under 2019.

Vidare utvecklingar av prototypverktyg för fusion av radionuklid- och seismiska data samt Radionuklidkällkaraktäristik och Stöd till metodutveckling för nätverksanalys för användning med SAUNA CUBE

Verktyg för lokalisering av radionuklidkällor har förbättrats och integrerats med atmosfärtransportmodellering. I övrigt har för dessa delmål framstegen under 2019 inte varit så stora som avsågs, framför allt på grund av omprioriteringar av verksamheten mot andra uppkomna uppdrag (SAUNA, OSI).

3.1.1.4 Leveranser och övriga publikationer

- Rapportering från WGB:s möten (se ovan): FOI Memo 6719 och FOI Memo 6873.
- Ringbom, A. Axelsson, Applied Radiation and Isotopes, accepted for publication 17 Oct 2019.

3.1.1.5 Samarbeten och nyttiggörande

Se ovan om samarbete med NORSAR (Norge) och AWE (Storbritannien). I båda fallen förutses dels en förbättring av NDC-förmåga att analysera data och bedöma händelser som detekterats, dels tillgång till kompletterande bedömningsunderlag från andra kvalificerade analyscentra.

3.1.2 Kärnvapenverifikation

3.1.2.1 Syfte

Projektet hanterar detektionsteknologier för N-kopplade aktiviteter och syftar till att bidra med praktisk mätförmåga och kompetens inom avtalsverifikation för det fullständiga provstoppsavtalet (CTBT) och ett eventuellt framtida *Fissile Material Cut-Off Treaty* (FMCT).

Verksamheten inom kärnvapenverifikation stöds av ett projekt för långsiktig utveckling och bibehållande av erforderlig kompetens.

3.1.2.2 Övergripande projektmål

Det övergripande projektmålet är att kunna hantera uppkomna frågor, av framförallt teknisk karaktär, kring verifikation av nedrustningsavtal. Fokus ligger främst inom området detektion och identifiering av radioaktiva ädelgaser, framförallt xenon. Projektets övergripande mål är att:

- Förbättra och utveckla mätkapaciteten av xenon och möjligheten att genomföra mätningar även på mobila plattformar,
- att kunna lämna stöd till uppbyggandet av CTBTO:s verifikationssystem, inkluderande teknologi- och konceptutveckling för *On-Site Inspection* (OSI),
- genomföra omvärldsbevakning av bl.a. status och potentiella utvecklingsriktningar i medlems-/icke-medlemsstater vad gäller CTBT och FMCT.

Projektet ger, i samarbete med NDC-projektet, stöd och rådgivning i tekniska frågor till UD vid arbete kring kärnvapenprov, CTBT och FMCT.

3.1.2.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt samt ett uppdragsprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2019.

Uppdrag

Stöd till utveckling av SAUNA CUBE systemet. Genomförs som stöd till SAUNA CUBE utvecklingsprojektet.

Projektet har levererat stöd till utveckling av mjukvara, styrsystem och prototyputvärdering för SAUNA CUBE systemet, vilket genomförs inom SAUNA CUBE projektet. Projektet har även levererat stöd till arbetet med certifiering av SAUNA III systemet inför och under den sista fasen av tester innan systemet godkänns för att användas inom CTBTO:s nätverk.

Reguljär omvärldsbevakning av bland annat status och potentiella utvecklingsriktningar i medlems-/icke-medlemsstater vad gäller CTBT och FMCT

Det här är en del av det kontinuerliga arbetet och inga specifika insatser genomfördes under 2019.

Överlappande mål för uppdrag och grundkompetens.

Iordningställa ädelgaslaboratoriet som mätresurs

Arbetet har fortsatt mot det långsiktiga målet att iordningställa ädelgaslaboratoriet som mätresurs, med syfte att på lång sikt förbättra användandet av SAUNA lab-system globalt. Under 2019 har FOI deltagit i två stycken *proficiency test exercises* (PTE) anordnade av CTBTO. Även mätningar på kalibrerade luftprover har genomförts, då med SAUNA III systemet, för att förbättra xenon systemen i CTBTO:s nätverk. En studie av överföringsfunktionerna i SAUNA lab-systemet, med syfte att förbättra förståelsen av och noggrannheten vid mätningar av xenon, genomfördes under året och resultaten rapporterades vid *International Noble Gas Experiment* (INGE) workshop i Freiburg.

En mätkampanj av xenon i markgas skall genomföras under året samt att förbättra provtagningstekniken för xenon i markgas och producera två enheter för provtagning att användas vid markgaskampanjer

En två veckor lång mätkampanj genomfördes i närheten av Kumla och över 60 markgasprover samlades in och analyserades. Tre enheter för provtagning att användas vid markgaskampanjer producerades och alla sex enheter uppdaterades för att kontinuerligt mäta syre- och koldioxidhalterna, vilket väsentligen förbättrar kvalitén på data. Målet med

dessas mätkampanjer är att öka förståelsen för den naturliga bakgrunden av ädelgaser i markgas. Målet är att resultaten från mätkampanjen ska publiceras under 2020.

Grundkompetens

Bibehållen kunskapsnivå om den aktuella statusen och framtida utveckling inom ädelgasdetektionsteknologin internationellt

Det här är en del av det kontinuerliga arbetet och består av att upprätthålla kunskapsnivån genom att följa aktuell forskning genom konferenser samt publikationer. Under 2019 genomfördes det framförallt genom deltagande vid tre relevanta vetenskapliga konferenser; *Science and Technology 2019* (SnT19), *Laboratory workshop* samt INGE.

3.1.2.4 Leveranser och övriga publikationer

Flertalet vetenskapliga föredrag och postrar rapporterades vid de tre konferenserna som nämndes ovan. FOI framförde exempelvis fem muntliga föredrag under INGE i Freiburg.

3.1.2.5 Samarbeten och nyttiggörande

Kärnvapenverifikation har samarbetat med SAUNA CUBE-projektet vilket bland annat har resulterat i produktionen av den första industriprototypen under 2019. Erfarenheter från test och utvärdering av det systemet gav att tre system kunde levereras till FOI under 2019. Projektet samarbetar löpande med NDC-projektet för att dra nytta av synergier mellan projekten.

Ett samarbete pågår med universitet i Bern gällande fältmätningar av argon och xenon i markgas, syftet är att fortsätta samarbetet under kommande fältkampanjer för att ge oss möjligheten att mäta radioaktiv argon. Det är en kapacitet som FOI inte har men universitet i Bern är världsledande på.

Arbetet med att stödja OSI avdelningen inom CTBTO genom att förbättra och vidareutveckla SAUNA Field systemet och dess användande har till allra största del skett i projekt finansierade av CTBTO. Det här arbetet ger ett mervärde för verifikationsmetodikprojektet.

3.1.3 SAUNA CUBE – en svensk array för detektion av radioxenon

3.1.3.1 Syfte

Projektet syftar till att befästa och säkerställa Sveriges ledande position inom området detektion av ädelgaser från kärnvapenprov och från andra processer som involverar fission av nukleärt material.

Projektet

- gör att FOI kan leverera bedömningar av hög kvalitet till regeringskansliet,
- bidrar till att förbättra CTBT:s verifikationssystem,
- realiserar en efterfrågad svensk långsiktig satsning på området,
- stärker Sveriges närområdesövervakning.

3.1.3.2 Övergripande projektmål

Att utveckla nästa generations SAUNA-system för detektion av radioxenon, baserat på ett så kallade Array-koncept, som består av ett flertal ihopkopplade mindre enheter (SAUNA CUBE). Systemet kommer att ge förbättrad detektions-, lokaliserings-, och kategoriseringsförmåga jämfört med de system som existerar idag. En array med fem mätpunkter skall installeras i Sverige, och vara utvärderad vid projektperiodens slut.

3.1.3.3 Delmål – framkomna resultat

Projektet har under 2019 haft som mål att i samarbete med den kommersiella tillverkaren producera en fungerande industriprototyp samt att upphandla och installera 1-2 enheter på befintliga mätplatser. Dessutom skulle ett utvecklingsarbete påbörjats som syftar till en analysmjukvara för en xenonarray, inklusive ett samarbete inom atmosfärstransport med spridningsgruppen i Umeå.

En fungerande industriprototyp stod färdig i maj, och tre CUBE-enheter levererades till FOI i december. En första version av ett analysverktyg för en enskild enhet färdigställdes. Ingen enhet installerades på avsedd mätplats, detta kommer att ske under våren 2020. Samarbetet inom atmosfärstransport påbörjades under året.

3.1.3.4 Leveranser och övriga publikationer

Muntliga dragningar för uppdragsgivaren har genomförts. Projektets resultat har presenterats vid internationella konferenser och workshops, bland annat SnT2019 (*CTBT: Science and Technology, Wien, Österrike, 2019*) och INGE2019 (*International Noble Gas Experiment Workshop, Freiburg, Tyskland, 2019*).

3.1.3.5 Samarbeten och nyttiggörande

Samarbete har skett med den tänkta tillverkaren, i syfte att underlätta produktion och test av de beställda enheterna. Vidare har projektarbetet skett i samverkan med projektet *Kärnvapenverifikation*.

Projektet har uppmärksammat internationellt, och öppnat upp för potentiella samarbetsprojekt med andra länder.

3.1.4 Nedrustning och icke-spridning - Kärnvapen

3.1.4.1 Syfte

Verksamhetsområdet *Kärnvapennedrustning och icke-spridning* bistår Utrikesdepartementet (UD), och vid behov även övriga Regeringskansliet (RK), med teknisk expertis och tekniska bedömningar gällande nedrustning, icke-spridning och internationell exportkontroll med avseende på kärnvapen.

3.1.4.2 Övergripande projektmål

Verksamhetens övergripande mål är att ge relevanta tekniska bedömningar med avseende på kärnvapenfrågor, speciellt sådana frågor som har bäring på nedrustning, icke-spridning och/eller internationell exportkontroll. Dessa tekniska aspekter, och tillhörande bedömningar, har i förlängningen ofta en politisk dimension och projektets underlag kan i mån av behov utgöra underlag för svenska ställningstaganden.

3.1.4.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt samt ett uppdragsprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2019.

Uppdrag:

Tekniskt arbete inom det multilaterala arbetet med nedrustningsverifikation i den andra fasen av IPNDV (International Partnership for Nuclear Disarmament Verification)

Under år 2019 fortsatte projektet att, tillsammans med USA, leda den tekniska arbetsgruppen inom IPNDV. Tre möten arrangerades under året, med deltagande av UD i samtliga. Under 2019 genomfördes också flera praktiska arbeten inom IPNDV, bland annat en övning där demontering av kärnvapen simulerades och en teknisk mätkampanj på olika typer av fissilt material, där projektet deltog.

Tekniskt arbete inom fyrparts-samarbetet "Quad" (USA, Storbritannien, Norge och Sverige) för verifikation av nedrustning

Årets arbete präglades framförallt av att starta upp arbetet för en ny femårsperiod, där såväl verifikationsstrategier som tekniska aspekter av tilltron till genererad data vid verifierad nedrustning (till exempel beroende på integriteten hos nycklar för kryptering) påbörjades. Målet är en större övning inom femårsperioden, där resultat från ovanstående arbete ingår.

Så kallade risk-länders kärntekniska program, studier som planerades bedrivs såväl enbart inom projektet som i samarbete med andra, relevanta myndigheter

Under året levererades ett flertal rapporter till UD (både direkt från projektet och myndighetsgemensamma), och verksamheten deltog också i flera olika diskussioner med UD om den kärntekniska utvecklingen i Iran, speciellt i och med att Iran gjort fler och fler avsteg från det kärntekniska avtalet JCPOA. Även en studie av ett annat, potentiellt riskland i området, genomfördes.

Fortsatt arbete och ordförandeskap i NSG:s tekniska arbetsgrupp (TEG, Technical Expert Group)

Under år 2019 fortsatte projektet att leda den tekniska arbetsgruppen inom NSG.

Utöver dessa planerade aktiviteter har projektet även under år 2019 haft ett visst fokus på omvärldsfrågor med bäring på kärnvapennedrustning. Speciellt var projektet verksamt i diskussioner kring olika svenska förslag som kan bidra till en framgångsrik översynscykel för NPT, samt frågor kring det så kallade INF-avtalet mellan USA och Ryssland.

Grundkompetens:

Nedrustningsverifikation, specifikt det bilaterala samarbetet med UK gällande identifiering av explosivämnen medelst NQR-metoden

Under år 2019 uppgraderades delar av utrustningen för NQR och arbetet med att upptäcka relevanta resonansfrekvenser för TATB inleddes. Dessutom påbörjades ett teoretiskt arbete med att sätta in NQR i nedrustningskontexten – det vill säga när i nedrustningsprocessen, och under vilka förutsättningar, ger NQR-metoden en komparativ fördel med avseende på verifierad nedrustning.

Delar av fyrparts-samarbetet Quad (US, UK, NO och SE) kan komma att ske inom grundkompetensen, beroende på hur samarbetet utvecklas under innevarande år

Så skedde endast i mindre utsträckning, och då för att få fram svenska förslag på relevanta arbetsområden för det fortsatta samarbetet.

Fortsatt utvecklande av teoretiska metoder för produktionsberäkning av kärnvapenrelevanta material i så kallade risk-länder

Beräkning av två riskländers produktion av sådana material genomfördes under året.

Fördjupade bedömningar av svenska nedrustningsinitiativ, med särskilt fokus på deras tekniska implikationer och möjligheter till verifikation

Detta delmål kunde användas inom uppdragsdelen för frågor rörande bland annat INF-avtalet.

3.1.4.4 Leveranser och övriga publikationer

FOI har inom ramen för projektet levererat direktstöd till UD. Under år 2019 levererades även åtta rapporter, liksom några myndighetsgemensamma rapporter till uppdragsgivaren.

3.1.4.5 Samarbeten och nyttiggörande

Sverige har en stark profil med ett relativt sett stort internationellt inflytande i nedrustnings- och icke-spridningsfrågor och ses som en trovärdig part i avtalsförhandlingar på området. Tekniskt expertarbete med bäring på nedrustning av kärnvapen bidrar till att stärka Sveriges

konstruktiva och konkreta roll inom kärnvapennedrustning; projektets syfte är att vara en pusselbit i detta arbete.

Expertutlåtanden om kärnteknisk verksamhet och möjliga kopplingar till utveckling av kärnvapen i både icke-kärnvapenstater och kärnvapenstater utgör underlag för Sveriges uppfattning om spridningsrisker, stärker möjligheten för Sverige att fatta nationella, oberoende beslut och att bidra till lämpliga internationella åtgärder.

Deltagande med expertkompetens i det internationella exportkontrollarbetet inom exportkontrollregimer som NSG bidrar ytterligare till Sveriges anseende och trovärdighet på området icke-spridning, samtidigt som det bidrar till FOI:s kontaktytor med internationella experter och egen kunskapsuppbyggnad – vilket även används i andra relevanta sammanhang.

Beträffande samarbeten så sker huvuddelen av verksamheten tillsammans med UD, varför uppdragsgivaren också är den största samarbetspartnern. Utöver det sker samarbeten med andra, relevanta myndigheter samt med tekniska experter från andra länder (framförallt inom nedrustningsverifikation och internationell exportkontroll).

3.1.5 Kärnladdningsfysik

3.1.5.1 Syfte

Att fungera som kompetensinnehavare och utvecklare vad gäller tekniska kunskaper rörande kärnladdningar och utgöra en kunskapsbas för övrig verksamhet, speciellt hotbedömning och spridningsfrågor. Projektet utgör den huvudsakliga nationella kompetensresursen för frågor relaterade till kärnladdningar.

Att vidmakthålla och förbättra förmågan att göra oberoende tekniska bedömningar av kärnvapenfrågor. Detta tillgodoses dels genom att följa utvecklingen i kärnvapenstaterna (främst USA och Ryssland) och dels genom att fördjupa kunskapen och förståelsen om relevanta områden av fysiken.

Att tillämpa kunnandet om kärnladdningar på relevanta frågeställningar hos andra verksamheter inom och utom myndigheten. Projektets kunskaper om kärnladdningsfysik utgör en i många avseenden unik källa som regelmässigt utnyttjas vid avtappning från projektet.

Av dessa huvudsyften är det främst det sistnämnda som är av omedelbar nytta för kunden, medan övrig verksamhet är en grundförutsättning för att kunna ge denna avtappning och oberoende tekniska bedömning.

3.1.5.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande mål är att säkerställa och utveckla kunskap om kärnladdningar, relevant inom områden relaterade till kärnvapenfrågor, för att kunna tillhandahålla expertstöd inom hot-, icke-spridnings- och exportkontrollfrågor specifikt, samt kärnvapenfrågor generellt

3.1.5.3 Delmål - framkomna resultat

Inom projektet har under 2019 verksamhet kopplad till följande punkter genomförts:

- Laddningars funktion
- Laddningars verkansformer
- Beräkningsmetoder

3.1.5.4 Leveranser och övriga publikationer

Resultat har kontinuerligt levererats i form av avtappning till andra projekt på enheten under året.

3.1.5.5 Samarbeten och nyttiggörande

Arbete inom projektet har möjliggjort leveranser från övriga projekt inom verksamheten.

3.2 Biologiska vapen

3.2.1 Nedrustning och icke-spridning – Biologiska vapen

3.2.1.1 Syfte

Genom att bistå UD med expertstöd bidrar projektets verksamhet till att Sverige är en aktiv aktör i nedrustnings-, icke-spridnings- och exportkontrollfrågor vad gäller biologiska ämnen, relaterade tekniker och teknikutveckling.

3.2.1.2 Övergripande projektmål

Projektets verksamhet ska medverka till att Sverige kan bidra med tekniskt avancerad kunskap under BTWC⁵- och AG⁶-relaterade möten, samt vid relaterade frågor i andra fora och vid frågor av *ad hoc*-karaktär.

Projektets verksamhet bygger för UD:s räkning långsiktig strategisk kompetens gällande tekniska och vetenskapliga frågor. Kompetensuppbyggnaden säkerställer UD:s fortsatta tillgång till avancerad teknisk kompetens av relevans för arbetet kopplat till BTWC och AG.

3.2.1.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett uppdragsprojekt samt ett grundkompetensprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2019.

Delmål och resultat för uppdragsprojektet under 2019 var att:

Bistå UD med expertstöd vid BTWC- och AG-relaterade möten samt möten i andra relevanta fora

Projektet har stöttat UD inför och under BTWC:s fem expertmöten och statspartsmötet. Inför expertmötena tog FOI fram två posters som visade på a) Sveriges och Nordens engagemang i det etablerade nordiska nätverket för att öka laboratorieberedskap inom området (Nordic Biopreparedness Forum) samt b) Sveriges och EU:s arbete för att etablera valideringsprocedurer för detektion och identifiering av toxiner inom ramen för EU-projektet EuroBioTox.

Projektet deltog dessutom vid *2nd International Conference on Global Biosecurity Challenges: Problems and Solutions* som arrangerades av Ryssland som förberedelse för diskussionerna under expert- och statspartsmötena.

Under 2019 har två möten inom AG genomförts där FOI deltagit med expertkunnande. Bland annat har FOI tagit ställning till och gjort bedömningar av förslag på förändringar vad gäller listor och text för exportkontroll som utarbetas inom AG:s verksamhet. Konstruktivt förberedande samt konkluderande dialog har förts med UD-NIS före respektive efter AG:s plenarmöte.

Projektet har gett UD stöd i frågor relaterade till FN:s Generalsekreterarmekanism (UNSGM), samt vid två internationella möten anordnade av grupperingen *Friends of the UNSGM* informerat om det arbete Sverige gör för att stärka UNSGM.

Ge ad hoc-stöd till UD, efter behov, t.ex. genom att kommentera relevanta frågor

⁵ B-vapenkonventionen (Biological and Toxin Weapons Convention)

⁶ Australiengruppen (The Australia Group)

Projektet har levererat svar på en, via UD förmedlad, enkät från EU-kommissionens generaldirektorat för migration och inrikes frågor (DG Home) om nationella initiativ inom bioskyddsområdet (baserat på underlag från grundkompetensprojektet, se nedan).

Sammanställa FOI:s bidrag till svensk Confidence Building Measures-rapport (CBM-rapport) och koordinera sammanställningen av Sveriges CBM

FOI:s underlag till den årliga nationella CBM-rapporten till BTWC har sammanställts inom projektet, där också sammanställning av samtliga svenska underlagslämnarens bidrag skett.

Vid behov bistå med att öka kunskapen inom UD-NIS avseende biologiska vapen och relaterade frågor

På anmodan av UD genomförde projektet inför statspartsmötet 2019 en utbildning för personal vid UD-NIS med fokus på biologiska vapen och BTWC.

Bidra till genomförande av UNSGM Capstone-övning i Berlin 2020

Robert Koch-institutet i Tyskland kommer att arrangera en avslutande Capstone-övning för tilltänkta B-vapeninspektörer hösten 2020. Det scenario som kommer att ligga till grund för övningen har tagits fram inom ramen för projektet och diskuterats/modifierats tillsammans med representanter från Robert Koch-institutet.

Delmål och resultat för grundkompetensprojektet under 2019 var:

Att kontinuerligt förse uppdragsprojektet med underlag med sikte på bl.a. BTWC-möten, AG-plenarmötet sam AG:s NETTEM-möte under 2019.

Under året har ett flertal aktiviteter genomförts för att följa vetenskapliga och tekniska framsteg samt den internationella debatten om teknikutvecklingens betydelse för säkerhetsfrågor kopplade till framförallt BTWC och AG. Projektdeltagarna har genom omvärldsbevakning, riktade studier samt djupdiskussioner ytterligare fördjupat kunskaperna inom ett antal valda områden som är aktuella inom BTWC och AG. Exempel på sådana områden är exportlagstiftning gällande krigsmateriel respektive produkter med dubbla användningsområden, arbetet med bioskydd (*biosecurity*) såväl internationellt som nationellt, aktiviteter hos internationella sammanslutningar med verksamhet av relevans för BTWC och AG, forskning- och teknikutveckling samt policydiskussion kring syntetisk biologi. Särskild vikt har under året lagts vid en rapport⁷ som behandlar säkerhetsaspekter av syntetisk biologi. Under ledning av grundkompetensprojektet har rapporten diskuterats med representanter från närliggande kompetensområden i syfte att fördjupa den tekniska förståelsen vad gäller syntetisk biologi ur ett nedrustnings- och icke-spridningsperspektiv. Vidare har fler personer involverats i projektarbetet för att säkerställa att FOI även framgent kan leverera efterfrågat expertstöd. Inom projektet har arbete bedrivits för att effektivisera omvärldsbevakningen. Projektet har vidareutvecklat och uppdaterat det utbildningsmaterial om biologiska vapen samt nedrustnings- och icke-spridningsarbetet inom B-området, som under åren sammanställts inom projektet. Kunskaper och insikter har kontinuerligt överförts till uppdragsprojektet, antingen muntligt vid gemensamma möten eller som skriftliga underlag, och då särskilt avseende frågor med relevans för BTWC:s expert- och statspartsmöten samt AG:s NETTEM- och plenarmöten.

3.2.1.4 Leveranser och övriga publikationer

BTWC Rapporter och underlag för BTWC arbetsdokument

- Nationell CBM-rapport⁸
- Poster till expertmöten 2019 – *The Nordic Biopreparedness Forum (NBF)*

⁷ Biodefense in the Age of Synthetic Biology, National Academies of Sciences, USA.

⁸ https://bwc-ecbm.unog.ch/system/files/form-pdf/bwc_cbm_2019_sweden.pdf

- Poster till expertmöten 2019 – *EuroBioTox: European programme for the establishment of validated procedures for the detection and identification of biological toxins*

Reserapporter inklusive FOI Memo

- Minnesanteckningar från Australiengruppens IIM och NETTEM, Malta, mars 2019, FOI Memo H2103.
- Minnesanteckningar från Australiengruppens plenarvecka, Paris, juni 2019, FOI Memo H2119.
- *2nd International Conference on Global Biosecurity Challenges: Problems and Solutions*, Sotji, Ryssland, 190620-21.
- BTWC:s expertmöten (MX1-5) inklusive sidoevenemang, Genève, Schweiz, 190729-0808.

Övrig rapportering

- Svar på EU-enkät om nationella initiativ inom bioskyddsområdet.

Utbildningsinsatser

- Utbildning om biologiska vapen och BTWC för personal vid UD-NIS.

Övrigt

- Utarbetning av scenario till kommande UNSGM Capstone-övning i Berlin 2020 samt medverkan i två relaterade internationella möten, bland annat Wilton Park-mötet *International investigation of suspected deliberate bio-release: preparations for the 2020 Capstone exercise*.

3.2.1.5 Samarbeten och nyttiggörande

Sammantaget har fler personer vid såväl UD-NIS som vid FOI blivit medvetandegjorda om och fördjupat sina kunskaper i aktuella frågor rörande nedrustning, icke-spridning och exportkontroll inom B-området. Detta har gett och fortsätter att ge UD bättre och snabbare tillgång till relevant information som bidrar till att Sverige ska kunna uppfylla sina internationella åtaganden inom området. Sverige kan därigenom också i ett internationellt perspektiv bidra till att risken för användning av biologiska vapen minskar och att konsekvenserna vid eventuell användning motverkas.

Projektmedarbetare har under året samverkat med internationella aktörer vid ovan nämnda möten.

3.2.2 B-verifikation

3.2.2.1 Syfte

Projektets syfte är att genom uppbyggd kunskap och infrastruktur möjliggöra en oberoende mikrobiell forensisk operativ förmåga i Sverige för att tekniskt kunna bedöma anklagelser om otillåten användning av biologiska vapen, till nytta för det internationella samfundet. Projektet bidrar till att Sverige kan ta emot prover med mikrobiella forensiska frågeställningar för att bistå internationella utredningar om brott mot BTWC och relaterade konventioner, att Sverige får ett internationellt kontaktnätverk i det mikrobiella forensiska området, samt att UD får tekniskt expertstöd i frågor rörande BTWC och relaterade konventioner.

3.2.2.2 Övergripande projektmål

Det övergripande projektmålet är att utveckla en oberoende mikrobiell forensisk operativ förmåga i Sverige för att tekniskt bedöma anklagelser om otillåten användning av biologiska

vapen (verifikation inom ramen för B-vapenkonventionen, BTWC och FN:s generalsekreterarmekanism, UNSGM).

3.2.2.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt och ett uppdragsprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2019.

Uppdrag:

1. Att beskriva och internt tillgängliggöra protokoll på metoder för analys av biologiska ämnen i kontext av otillåten användning av biologiska vapen.
2. Att delta i konferenser och workshops samt delta i och utveckla internationella analytiska kontaktnätverk för främjande av kunskapsöverföring av teknisk kompetens inom det B-forensiska området.
3. Att öka FOI:s förmåga att analysera DNA-sekvenseringsdata i kontext av otillåten användning av biologiska vapen.

En avgörande faktor i en eventuell UNSGM-utredning är att spåra provets ursprung och avgöra om det är naturligt förekommande eller inte, vilket är det andra steget i den forensiska analyskedjan (identifiering-karaktisering-attribuering). För att göra detta krävs bland annat djup teknisk kunskap. En viktig del i projektets verksamhet är att följa och implementera teknikutveckling inom DNA-sekvensering för detta ändamål. Kompetensutveckling har sålunda skett med ett fortsatt fokus på sekvenseringstekniker, bioinformatiska analysflöden och ringtest. De tre hörnpelarna i uppdragsprojektet är fortsatt att 1) stärka databaser, 2) stärka B-forensiska analyskedjan och 3) stärka UNSGM.

Under året har arbetet med utveckling av bioinformatiska analysflöden upprioriterats jämfört med planen, eftersom det blev ett ökat fokus på att delta i analysövningar under 2019. Nedprioritering gjordes då för den planerade verksamheten att beskriva genetiskt släktskap och ursprung för *Francisella*-stammar i *Francisella* Strain Collection (FSC) – databasen. Detta gjordes trots att det var ett "gynnsamt" år för tularemi i Sverige med 1047 noterade humanfall. Sekvenseringsverksamheten ökade jämfört med 2018. Omkring 100 isolat sekvenserades från årets skörd samt gamla isolat från FSC med Illumina-teknik för att ytterligare stärka den världsunika databasen för den för BTWC högst relevanta tularemibakterien. Projektet deltog i det sista av tre internationella mikrobiella forensiska ringtestet för bioinformatiska analyser anordnat av Danska Tekniska Universitet i koordinering med UNODA och FOI. Ringtestet avsåg karaktisering av *Brucella* och utfördes i samarbete med tre andra FOI-projekt. Projektet även stöttat DTU med att utforma de tre ringtesterna under 2017-2019. Ringtestet visade att FOI:s förmåga att analysera DNA-sekvenseringsdata är fortsatt starkt med 46/47 möjliga poäng. Upptäckta brister i analysförmågan och förslag till åtgärder diskuterades.

FN:s Generalsekreterarmekanism för utredning av påstådd användning av biologiska och kemiska vapen (UNSGM) är fortsatt aktuell och diskuteras inom BTWC. Arbetet med att etablera ett laboratorienätverk kopplat till UNSGM fortsatte under 2019. FOI deltog vid det numera årliga UNSGM B-laboratorienätverksmötet i Spiez, Schweiz, för att följa de initiativ som skett under året för att stärka UNSGM på biologisidan. Robert Koch Institutets (RKI) anordnade under oktober ett laboratorieanalysringtest för *Bacillus anthracis*, som FOI deltog i med hög träffsäkerhet i analyserna, samt ett ringtest för biologiska toxiner och ett utvärderingsmöte för det förstnämnda (utvärderingen för toxinringtestet sker i mars 2020). Projektet deltog även i början av året med kompetens för att utforma ett scenario för UNSGM capstoneövning som ska hållas i Berlin 2020, tillsammans med RKI och FOI-projektet BC-hot.

Grundkompetens:

Metodutveckling för att kunna spåra källan(orna) till ett okänt biologiskt prov där DNA ifrån mikroorganismer i provet har extraherats och sekvenserats (eng: source tracking)

Genom att studera råvatten ifrån sex olika vattenverk, som används till att producera dricksvatten, har vår förståelse ökat om hur bakteriersammansättningen varierar i svenska förhållanden. Dessa resultat kan användas för att minska risken för falska positiva resultat vid källspårningsutredningar, eftersom den naturliga sammansättningen är bättre karakteriserad. Denna genomgång ger dessutom grundläggande förståelse för hur bakteriesammansättning förändras utifrån olika krafter som till exempel metrologi, antropogen verksamhet, näringstäthet, samt förmåga att samverka (mutualism). Detta arbete sker tillsammans med olika myndigheter, som Livsmedelsverket och Folkhälsomyndigheten. Resultaten har presenterats vid Svenskt vattens årliga dricksvattenkonferens i Skellefteå, samt vid hydrologisektionens årsmöte i Malmö i november.

Vidare har projektet arbetat med att ge utlåtanden utifrån källspårningsresultat som ska kunna förstås i domstolsärenden, där hypoteser för om en detekterad signal faktiskt är sann alternativt är en falsk positiv. Som fallstudie undersöks ett potentiellt reservvatten åt Halmstads kommun. Denna undersökning är möjlig tack vare projektets långsiktiga arbete med attribution och källspårning av komplexa prover. Detta arbete genomförs tillsammans med Statens veterinärmedicinska anstalt och ska vara färdigt under 2020. För att förbättra källspårningsmetodiken påbörjades utvecklingen av en nätverksmetod som på relevant data av riktiga kontaminationer i svenska råvatten gav en noggrannhet som var bättre eller lika med befintliga metoder medan tidsåtgången reducerades avsevärt. Denna metod har flera andra fördelar som exempelvis ett grafiskt resultat där olika provers relation kan visualiseras i en graf, vilket bidrar till att bättre förstå kontaminationens natur. Detta arbete ska fortsätta under 2020 och görs tillsammans med kollegor ifrån Finland (Uleåborgs universitet).

Metodutveckling av attribuering och källspårning av en agensspecifik bakteriepopulation samt framtagande av resultatvärden för hypotesprövningar

Arbetet med attribuering innefattar för projektet att bidra med forskningsresultat för tillämpning i ett juridiskt hållbart rapporteringssystem för mikrobiologiska analyser av biologiska vapen. Detta arbete har FOI drivit tillsammans med Nationellt Forensiskt Centrum (NFC) i Linköping, och handlar om ett gemensamt ramverk för att rapportera resultat från mikrobiologiska analyser. Som ett exempel skulle detta ramverk kunna tillämpas i en UNSGM-ledd undersökning om brott mot B-vapenkonventionen. Denna studie har publicerats i den vetenskapliga tidskriften *Forensic Science International* under 2019. Dessutom presenterades dessa forskningsresultat i september 2019 i Malmö vid CBRN-dagarna. Vidare har projektet förberett ett nytt försök, tillsammans med forskare vid Umeå universitet, där harpestbakterien *Francisella tularensis* ska odlas i seriepassager i olika odlingsmedium för att undersöka om det finns gemensamma mutationsmönster för olika medium eller om det är unika mönster. Denna undersökning, som kommer att genomföras under 2020, kommer att sprida nytt ljus över möjligheterna att se tecken på att en bakteriepopulation har odlats på labb, vilket i sin tur, kan vara en viktig pusselbit för att avgöra om ett sjukdomsutbrott är orsakat av en antagonistisk handling eller oaktamhet (eng: *laboratory escape*). Dessutom har projektet börjat analysera ett unikt dataset där *F. tularensis* odlats sedan 1960-talet i Slovakien vilket ger oss en möjlighet att undersöka långsiktig adaption till en labb-miljö och utveckla mutationsprofiler som kan användas i attributionssyften. I ett delprojekt som påbörjades under 2019 började sjukdomsutbrott orsakade av patogenerna *Listeria monocytogenes* (livsmedelsburen) och *Escherichia coli* (boskap och människa) tillsammans med SVA, SLV och NFC. Ett viktigt delmål är att sätta upp hypoteser om smittvägar som ska utvärderas med det ramverk som publicerades under 2019. Genom detta delprojekt kan ramverket komma att användas för att ge utlåtanden i smittspårningsutredningar.

Förbereda ringtest inom UNSGM-nätverket med avseende på metodik (som exempelvis sekvenserings- och provupparbetningsmetoder)

Se texten under Uppdrag delmål ”Delta i konferenser och workshops samt delta i och utveckla internationella analytiska kontaktnätverk för främjande av kunskapsöverföring av teknisk kompetens inom det B-forensiska området.”

3.2.2.4 Leveranser och övriga publikationer

- Chinmay Dwibedi, Pär Larsson, Jon Ahlinder, Petter Lindgren, Kerstin Myrtenäs, Malin Granberg, Eva Larsson, Caroline Öhrman, Andreas Sjödin, Per Stenberg, Mats Forsman, Anders Johansson. Biological amplification of low frequency mutations unravels laboratory culture history of the bio-threat agent *Francisella tularensis*, Forensic Science International: Genetics, Volume 45, 2020, 102230, ISSN 1872-4973.
- Petter Lindgren, Kerstin Myrtenäs, Mats Forsman, Anders Johansson, Per Stenberg, Anders Nordgaard, Jon Ahlinder. A likelihood ratio-based approach for improved source attribution in microbiological forensic investigations, Forensic Science International, Volume 302, 2019, 109869, ISSN 0379-0738.
- Poster - DNA Analysis to Strengthen UN Investigations of Biological Weapons. CBRNe-symposiet 24-26 september i Malmö.

3.2.2.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektets verksamhet nyttiggörs genom att Sverige kan ta emot prover med B-forensiska frågeställningar för att bistå internationella utredningar om brott mot BTWC och relaterade konventioner, att Sverige får ett internationellt kontaktnätverk i det B-forensiska området, samt att UD får tekniskt expertstöd i frågor rörande BTWC och relaterade konventioner.

Kompetens utvecklas för att tekniskt bedöma anklagelser om avsiktlig användning av biologiska vapen (verifikation). Med detta följer en ökad förmåga att särskilja avsiktlig spridning av smittämnen från naturliga smittutbrott, både för människor och för boskap. Det innebär också att förmåga byggs för att kunna bedöma tekniker för att verifiera illegitim användning av biologiska vapen. Kompetensen kan sedan användas för att bistå och förklara för UD vilka begränsningar och möjligheter som avtalsdiskussioner och avtalstexter innebär och hur man kan verifiera eller inte verifiera att avtalen följs. Långsiktigt byggs en oberoende operativ förmåga att analysera prover inom ramen för BTWC och FN:s generalsekreterarmekanism (UNSGM). Utvecklingen av FOI:s oberoende operativa mikrobiella forensiska förmåga stöds till stor del av de Fö-finansierade FOI-projekten *Metoder för operativt stöd B* och *Teknikutveckling B* samt externa projekt.

Inom projektet har man samarbetat med det EU/EDA-finansierade projektet B2Forensics som startades under 2016 med inriktning mot analys av komplexa prover, där FOI har en framträdande roll. Inom detta projekt genereras intressant data som kommer verifikationsprojektet till nytta, till exempel att jämföra amplikon och den så kallade *shotgun* sekvenseringstekniken. Även aktiviteter inom Nationella Forensiska CBRNE-nätverket, där bland annat polisens Nationella Forensiska Centrum (NFC) ingår, kommer fortsättningsvis vara projektets verksamhet till nytta. I och med NFC:s kompetens inom bevisvärdering och erfarenhet att presentera resultatvärderingsanalyser vid rättegångar är det en mycket viktig samarbetspartner för oss. Detta ger oss ökade möjligheter att förstå vilka krav som måste ställas på laboratorier och metoder för att kunna påvisa biologiska brott, vilket är analogt med tankarna kring verifiering av brott mot BTWC. Samarbete med svenska myndigheter som Livsmedelsverket och Statens veterinärmedicinska anstalt, ser vi som strategiska för att stärka FOI:s roll inom forensik och bevisvärdering på B-området och därmed Sveriges beredskapsförmåga att ta emot prover från internationella utredningar om brott mot BTWC med forensiska frågeställningar.

3.2.3 Virologisk kunskapsutveckling

3.2.3.1 Syfte

Projektet *Virologisk kunskapsutveckling* syftar till att upprätthålla och utveckla FOI:s kompetens inom området virus. Uppgiften är att bevaka, uppmärksamma och förstå den

tekniska utvecklingen inom virusfältet för att kunna ge en bedömning rörandes möjliga antagonistiska hot från virus i vår omvärld. Projektets syfte är att ha en aktuell kunskap och förståelse och att vara till stöd för Regeringskansliet (UD), FM och civila myndigheter.

3.2.3.2 Övergripande projektmål

Det övergripande målet är att bibehålla och utveckla kunskap om relevanta virus och att följa den vetenskapliga utvecklingen i vår närhet och omvärld. Projektet ska vara ett tekniskt stöd för övriga projekt inom FOI samt för RK (UD) rörande virologiska frågeställningar, exempelvis vid möjlig antagonistisk användning av virus eller vid bedömning av virologisk verksamhet ur ett *dual-use* perspektiv.

3.2.3.3 Delmål – framkomna resultat

Litteraturbevakning

Medarbetare i virusprojektet skannar löpande databaser och andra källor efter publikationer och information av intresse för att upprätthålla och fördjupa vår kompetens över virala agens relevanta från ett antagonistiskt perspektiv. Projektet har testat och utvärderar ett webbaserat sökverktyg, Feedly (feedly.com), för att förbättra, förenkla och standardisera denna uppgift.

Syntetisk biologi

Projektet har tillsammans med forskargrupp vid Umeå universitet arbetat med att syntetiskt framställa virus. Fokus under året har varit på den initiala designen av arvsmassan samt introduktion av små förändringar inom denna. Den initiala designen är av yttersta vikt och eventuella fel där kan leda till att det inte produceras virus.

Blödarfeber

Vi har under nuvarande år inte bedrivit någon laborativ forskning i detta delprojekt, dock så har vi fortsatt samarbete med universitetet och planerar för framtida studier. Anledning är att de personer som varit drivande i universitetsgruppen har disputerat under 2018 och 2019 och det har därför inte bedrivits laborativ forskning.

3.2.3.4 Leveranser och övriga publikationer

- Globe-Trotting Aedes aegypti and Aedes albopictus: Risk Factors for Arbovirus Pandemics. Lwande OW, Obanda V, Lindström A, Ahlm C, Evander M, Näslund J, Bucht G. Vector Borne Zoonotic Dis. 2019 Sep 26. doi: 10.1089/vbz.2019.2486. PMID: 31556813.
- Projektet har i samarbete med forskare från Umeå universitet, SVA och ett Kenyanskt institut (CEER-Africa) publicerat en sammanställande artikel rörandes två myggarters utbredning och potential att sprida virus och orsaka pandemier samt kontrollmekanismer för att förhindra och reducera effekter. De två myggarterna som artikeln fokuserar på är viktiga vektorer för flera olika virus som kan orsaka sjukdom hos människan och har potential att spridas över stora områden.

3.2.3.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet har bidragit med virologisk kunskap till interna FOI projekt, exempelvis till *Agenskunskapsprojektet* där kompetens och kunskap rörandes flera olika virala agens efterfrågas.

Projektet har även deltagit i aktiviteter i *Nedrustning och icke-spridnings projektet* med inriktning på biologiska frågor.

Projektet har deltagit vid ett trilateralt (Sverige, Nederländerna och Kanada) diskussionsforum med fokus på syntetisk biologi.

Projektet lämnar bidrag till den årliga rapport som sammanställs i *BC-hotprojektet*.

3.3 Kemiska vapen

3.3.1 Nedrustning och icke-spridning – Kemiska vapen

3.3.1.1 Syfte

Projektet syftar till att ge samt möjliggöra stöd till UD i form av bred expertkompetens och expertstöd i frågor som rör nedrustning och exportkontroll relaterat till kemvapenfrågor. Detta stöd bidrar i förlängningen till att Sverige fortsatt kan vara en proaktiv part i frågor som rör nedrustning och exportkontroll/icke-spridningsfrågor, ett arbete som främst sker i uppdragsprojektet. Dessutom utvecklas kompetens avseende teknikutveckling av relevans för arbetet, samt kunskap avseende konventioner och avtal.

3.3.1.2 Övergripande projektmål

Projektets övergripande mål är att proaktivt ge UD det expertstöd som behövs inom ramen för arbetet inom kemvapenkonventionen och Australiengruppen. Detta inkluderar att utveckla kompetens och bedriva kunskapsutveckling som kan användas för att ge UD det tekniska stöd som efterfrågas inom området nedrustning, icke-spridning och exportkontroll av kemiska vapen.

3.3.1.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt samt ett uppdragsprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2018.

Inom uppdragsprojektet har man bistått UD vid exekutivrådsmöten (tre stycken), statspartskonferensen. Australiengruppens intersessionella möte och plenar har bevakats. En presentation rörande flödessystems implikationer på produktionen av kemiska vapen ur ett exportkontroll perspektiv genomfördes under plenarmötet. Förutom bidrag till, eller genomförande av anföranden, förslag eller beslut har rapportering från samtliga möten skett utgående från UD:s behov.

Grundkompetensprojektet har även bedrivit fördjupande arbete för att kunna understödja UD inom de områden de finner prioriterade (till exempel verifikationsmekanismens utveckling i relation till nya substanser i Lista 1). Det arbete som bedrivits inom *Scientific Advisory Board* (SAB) och relevanta arbetsgrupper inom OPCW har följts och vid behov rapporteras till UD.

Förutom ovanstående så deltog projektmedarbetare även i möten med koppling till utvecklingen rörande flödeskemi, *Flow Chemistry for Industrial Application 2019, Glasgow*. Extrainsatta möten, där förslagen till nya Lista 1 ämnen diskuterades, bevakades också.

En rapport har även producerats inom projektet där förslagen från Ryssland studerats i detalj och de olika substanserna bedömts utifrån om en listning vore önskvärd eller ej. Rapporten färdigställdes inför beslutet på CSP 2019. En översyn av de rapporter som *Scientific Advisory Board* producerat under 2018 har gjorts, och även slutrapporten från *TWG on investigative science* har studerats. En sammanställning över de senaste årens användning av kemiska vapen i Syrien har också påbörjats och kommer att avslutas under 2020.

Påstådd användning av kemiska vapen har rapporterats vid ett flertal tillfällen under året. Rapporten från OPCW rörande Douma, april 2018, har slutgiltigt verifierats av FFM som användning av klorgas. Doumarapporten har genomlysts ur ett tekniskt perspektiv och de grunder som rapporten baserar sin bedömning på har granskats och rapporterats till UD. Utökningen av Lista 1-ämnen väntas nu fortsätta med arbetet att begränsa tillgängligheten på startmateriel, främst inom AG men eventuellt även CWC.

Den första rapporten från attributionsmekanismen rörande skuldfrågan vid användningen av kemiska vapen i Syrien väntas under 2020.

3.3.1.4 Leveranser och övriga publikationer

- Tekniskt underlag avseende ämnen som av Ryssland föreslagits till Lista 1.
- Presentation av flödessystem vid Australiengruppens Plenar 2019.
- Minnesanteckningar från Australiengruppens intersessionella möte mars 2019.
- Minnesanteckningar från Australiengruppens plenarvecka, Paris juni 2019.

3.3.1.5 Samarbeten och nyttiggörande

Den faktiska användningen av kemiska vapen har påverkat flera projekt inom FOI vilket resulterat i intern projektsamverkan där så varit möjligt. Samverkan sker också nationellt med främst Försvarsmakten och internationellt för informationsutbyte. Projektverksamheten nyttiggörs omedelbart och kontinuerligt genom dialog och samarbete med UD, dels i form av bedömningar och underlag kopplat till händelser som involverar kemiska vapen, dels med tekniskt stöd och övergripande bedömningar vid de möten där FOI deltar.

3.3.2 C-verifikation

3.3.2.1 Syfte

Projektet syftar till att upprätthålla en nationell laborativ förmåga för att kunna verifiera förekomst och användning av kemiska stridsmedel, dvs. verifiera brott mot kemvapenkonventionen. Projektet ska även stödja det internationella arbetet med nedrustning av kemiska vapen kopplat till kemvapenkonventionen och OPCW (Organisationen för förbud mot kemiska vapen).

3.3.2.2 Övergripande projektmål

Projektets mål är att laboratoriet ska bibehålla ackreditering (i enlighet med ISO/IEC 17025:2018) för analys av kemiska stridsmedel och relaterade ämnen i miljö- och biomedicinska prover samt fortsätta vara designerade av OPCW. Projektet skall också upprätthålla kompetens som kan användas i externa uppdrag enligt avtal med OPCW eller andra uppdragsgivare.

3.3.2.3 Delmål – framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt samt ett uppdragsprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2019.

Grundkompetens

Under året har laboratoriets kvalitetssystem granskats enligt den nya utgåvan av kvalitetsstandard ISO/IEC 17025:2018. Resultatet från Swedac:s granskning fastställde att kraven på kvalitet och kompetens uppfyllts och laboratoriet är därmed fortsatt ackrediterat för analys av kemiska stridsmedel.

Ytterligare del-procedurer för analys av biomarkörer i plasma för verifiering av nervgasexponering har validerats och kommer att ingå i de ackrediterade procedurerna.

Validering av metod för analys av Tenax-rör med termisk desorption kopplad till GC-MS har slutförts.

Under året har medarbetare i projektet bidragit i arbetet vid OPCW (Organisationen för förbud mot kemiska vapen) avseende uppbyggnad av OCAD (*OPCW Central Analytical Database*) som är en databas för kemikalier relaterade till kemvapenkonventionens verifikationsannex avseende kemiska stridsmedel. Databasen är tillgänglig för, och används av laboratorier som är designerade av OPCW. Den svenska representanten är fortsatt koordinator för undergruppen som granskar masspektrometri-data. Projektet bidrog vidare

med representation i OPCW:s tillfälliga arbetsgrupp *OPCW Temporary Working Group on Investigative Science and Technology* som avslutar sitt uppdrag i februari 2020.

Uppdrag

Laboratoriet är fortsatt designerat av OPCW, gällande miljöprover samt biomedicinska prover. Designeringen har erhållits genom godkända resultat (betyg A) för både BioPT 4 samt PT45. Vid BioPT 4 deltog 24 laboratorier varav 15 fick betyg A. Vid PT 45 deltog 10 laboratorier varav alla fick godkänt resultat men enbart 4 laboratorier fick betyget A.

I januari 2019 deltog laboratoriet i OPCW:s tredje övning för analys av biotoxiner. Totalt deltog 22 laboratorier från 18 länder i övningen och provmatriserna var vatten och proteinpulver. Proverna analyserades för ricin och saxitoxin. Laboratoriet rapporterade ricin och saxitoxin i alla prov som innehöll ricin och blankprover rapporterades som blanka.

Två representanter för FOI deltog vid utvärderingsmötet 19-21 juni. Deltagare bidrog även med en presentation om analys av prov vid PT45.

3.3.2.4 Leveranser och övriga publikationer

- Medverkan vid OPCW-möten i Haag: Fyrtioåttonde och fyrtionionde OCAD spektra-valideringsmöte 19-20 mars, 17-18 september, tredje, fjärde och femte TWG möte för Investigative Science and Technology 2-4 april, 18-20 september, 18-20 november (i Helsingfors), PT-möte för PT44, 11-12 februari, PT-möte för biotoxin-övning nr 3, PT45 samt BioPT 4, 18-20 juni.
- Deltagande i OPCW:s BioToxin-övning nr 3, BioPT 4 samt PT 45.
- Muntlig presentation om verksamheten, UD 20 augusti.

3.3.2.5 Samarbeten och nyttiggörande

Projektet gör det möjligt att förse Sverige och OPCW med expertis och laborativ förmåga i händelse av användning av kemiska stridsmedel eller relaterade substanser. Genom att fortsatt vara ackrediterade av Swedac och designerade av OPCW för verifiering av kemiska stridsmedel i miljö- och biomedicinska prover har laboratoriet fått förfrågningar och utfört analysuppdrag åt OPCW under 2019.

Utveckling och validering av provupparbetning för analys av nervgasmärkare i plasma har utförts i samarbete med Fö-projektet *Analys av biomärkare*.

3.4 Rymd- och missilfrågor

3.4.1 Rymdfrågor

3.4.1.1 Syfte

Projektet behandlar rymdfrågor med särskilt fokus på säkerhet, rustningskontroll och förtroendeskapande åtgärder i rymden. Projektet är uppdelat i en grundkompetensdel och en uppdragsdel. Grundkompetensdelen syftar till att bygga upp och bibehålla kompetens kring ämnesområdet för att långsiktigt kunna bistå UD och Regeringskansliet med expertkunskap i dessa frågor, samt att vara UD behjälplig med frågor som rör rymden och rymdteknik i allmänhet. Syftet med uppdragsdelen är att tillhandahålla UD direktstöd inom ramen för relevanta forum, i synnerhet FN, EU och olika nationella sammanhang.

3.4.1.2 Övergripande projektmål

Genom att bistå UD med expertstöd och beslutsunderlag är det övergripande målet att bidra till att UD kan vara en aktiv part och fatta informerade beslut i relevanta fora, samt säkerställa att UD får en adekvat framförhållning vad gäller framtida frågor och utmaningar

inom rymdområdet. Projektet ska också bedriva långsiktig kunskapsuppbyggnad med fokus på säkerhetspolitik, rustningskontroll och förtroendeskapande åtgärder i rymden.

3.4.1.3 Delmål – framkomna resultat

Under 2019 har FOI:s expertstöd nyttjats både nationellt och internationellt. Nationellt har projektet framförallt stöttat UD i dialoger med andra departement och myndigheter med fokus på utrikes-, försvars- och säkerhetspolitiska aspekter av svensk rymdverksamhet.

Internationellt har projektet nyttjats inom både FN och EU. Inom FN:s rymdkommitté, COPUOS, har FOI bistått UD på plats i samband med möten i både den tekniska och vetenskapliga underkommittén (STSC) och huvudkommittén (COPUOS). Huvudfokus har varit att följa slutförhandlingarna av de internationella riktlinjerna för ett långsiktigt hållbart nyttjande av rymden. Därtill har arbetet med att sätta upp en ny arbetsgrupp som ska fortsätta arbetet under STSC påbörjats. I samband med det bidrog projektet bland annat med ett tekniskt föredrag kring problematiken med manövrerande satelliter (titel på engelska: *Issues associated with Rendezvous and Proximity Operations*).

Inom EU har projektet under 2019 på uppdrag av UD aktivt deltagit i regelbundna informella konsultationsmöten vid EEAS. Uppdraget har framförallt handlat om att bevaka förslag till nya internationella regler på rymdområdet med säkerhetsrelaterade frågeställningar och kopplingar till både EU:s tidigare arbete med en uppförandekod för rymden och PAROS i CD.

Den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden har under 2019 likt tidigare år bedrivit en allmän kompetensuppbyggnad som inkluderar en bred omvärldsbevakning med fokus på de frågeställningar som hanteras i uppdragsdelen. Därutöver har riktade satsningar gjorts på speciellt intressanta områden som bedöms bli relevanta på längre sikt eller där djupare teknisk kunskap saknas för aktuella frågor. Under 2019 har detta innefattat dels en intern kartläggning av rymdteknik och beroenden kopplat till kärnvapenprogram. Dels teknisk analys av manövrerande satelliter och formationsflygning kopplat till rymdvapen. Den senare delen är en fortsättning från 2018 och planeras fortgå även nästa år.

3.4.1.4 Leveranser och övriga publikationer

Leveranser under 2019 har skett genom direktstöd på plats och i form av reserapporter eller minnesanteckningar, såväl som muntliga dragningar eller presentationer efter överenskommelse med UD. Därutöver har projektet levererat två FOI Memo: Dels FOI Memo 6993 Förändringar inom rymdområdet och dess påverkan på svensk utrikes- och säkerhetspolitik som sammanfattar pågående signifikant utveckling inom rymdområdet såväl internationellt som nationellt och hur den påverkar det utrikes- och säkerhetspolitiska området. Dels ett HMemo baserat på tekniska analyser av aktiviteter kopplat till manövrerande satelliter.

3.4.1.5 Samarbeten och nyttiggörande

Den långsiktiga effekten av arbetet syftar till att ge UD och Regeringskansliet bättre beslutsunderlag gällande ett säkert och hållbart nyttjande av rymden och hur rustningskontroll och förtroendeskapande åtgärder i rymden kan bidra till detta. Nyttan med uppdraget är i huvudsak att UD skall kunna fatta beslut och lämna synpunkter i olika internationella forum och på så sätt företräda svenska utrikes- och säkerhetspolitiska intressen på rymdområdet. Projektets säkerställer också att UD får en adekvat framförhållning vad gäller framtida frågor och utmaningar inom rymdområdet. Slutligen bemannar projektet på uppdrag av UD regelbundet olika internationella forum och bidrar därigenom att Sverige är aktivt i dessa.

3.4.2 Missilfrågor

3.4.2.1 Syfte

Verksamheten syftar till att, genom tekniskt kunnande inom missilområdet, ge Utrikesdepartementet stöd i frågor som rör dels robotvapen (ballistiska robotar och kryssningsrobotar) som bärare av massförelsevapen, dels missilförsvar. Forskningen omfattar dels andra länders robotutvecklingsprogram, dels relevant robotteknik i allmänhet t.ex. framdrivningsteknik, strukturmekanik eller styrning och navigation. Av särskilt intresse är metoder för uppskattning av vapenprestanda avseende såväl räckvidd och fart som laddningskapacitet och träffsäkerhet.

3.4.2.2 Övergripande projektmål

Målet med verksamheten är att UD och Sverige är väl förberedda avseende missilfrågor för arbete inom internationella fora, exempelvis missilteknikkontrollregimen (*Missile Technology Control Regime*, MTCR) och Haagkoden (*Hague Code of Conduct Against Ballistic Missile Proliferation*, HCoC) men också EU, FN:s säkerhetsråd och andra organ inom FN, och för annat nedrustnings- och icke-spridningsarbete där sådana frågor berörs.

3.4.2.3 Delmål - framkomna resultat

Verksamheten består av två projekt, ett grundkompetensprojekt samt ett uppdragsprojekt. Nedan anges delmålen för respektive projekt samt resultat av dessa för 2019.

Verksamheten inom uppdragsprojektet har under 2019 inriktats mot stöd till UD i form av deltagande främst på teknisk nivå i arbetet inom MTCR samt i form av utbildningsinsatser gentemot nytillträdde befattningshavare på UD. Analyser av inträffade händelser i omvärlden har gjorts löpande.

Inom grundkompetensprojektet har bl.a. seminarieverksamhet om missilteknik genomförts i kompetenshöjande syfte inom FOI liksom analys av tekniska förmågor inom missilområdet med inriktning mot olika delar av världen.

3.4.2.4 Leveranser och övriga publikationer

Samtliga formella leveranser har skett inom uppdragsprojektet.

Deltagande i MTCR RPOC 11-12 april 2019	2019-04-16	FOI Memo H2053
Deltagande i MTCR TEM 27-29 maj 2019	2019-06-10	FOI Memo H2060
Deltagande i MTCR TEM 7-10 oktober 2019	2019-10-16	FOI Memo H2083

3.4.2.5 Samarbeten och nyttiggörande

Viss samverkan med ISP, Säpo, Tullverket med flera myndigheter inom ramen för exportkontrollarbetet. Nyttan för UD är den som beskrivs under Övergripande projektmål.

Årsrapport 2019 avseende
Säkerhets- och försvarspolitisk
forskning och analys

Säkerhets- och försvarspolitisk forskning och analys (Fö 1:9 ap.1)

I nedanstående redovisning framgår FOI:s arbete inom den säkerhets- och försvarspolitiska forskningen och analysen som genomförts under 2019.

Tilldelning enligt regleringsbrev var 67 775 tkr, exklusive 20 000 tkr som myndigheten disponerar för egeninitierad forskning, vilket var en ökning av anslagsposten på 14 550 tkr jämfört med föregående år. Efter avdrag för ingående överföringsbelopp om -1 532 tkr uppgår de disponibla medlen till 66 243 tkr. Kostnaderna för verksamheten, uppgick till 65 806 tkr.

I enlighet med FOI:s budgetunderlag för 2019 har verksamheten genomförts i tre huvudsakliga områden:

Säkerhetspolitik och strategi

Försvarspolitik och försvarsekonomi

Samhällets säkerhet

Verksamheten bedrivs i projektform och FOI har i enlighet med regeringsbrev för 2019 i särskild skrivelse inkommit med kostnadsberäknade projektförslag till den 3 september 2019.

Efter dialog mellan FOI och Försvarsdepartementet fattade Försvarsdepartementet den 15 januari 2019 ett beslut om en sammanhållen inriktning för verksamheten under 2019 (Fö2019/00942/MFU, FOI dnr FOI-2019-1326:2) med åtta projekt:

:

- Rysk utrikes-, försvars- och säkerhetspolitik (RUFS)
- Nordisk och transatlantisk säkerhet (NOTS)
- Asien och Mellanöstern
- Afrika
- Insatser
- Försvarspolitiska studier
- Försvarsekonomi & materielförsörjning (FOM)
- Samhällets beredskap i kris och krig (SABEK)

1 Rysk utrikes- och försvarspolitik (RUFFS)

Under 2019 publicerade projektet RUFFS totalt 19 rapporter, memon, artiklar och bokkapitel, inkluderande Russian Military Capability in a Ten-Year Perspective – 2019 och dess svenska version. Inom ramen för SOFFA-beställningen behandlades bl.a. följande ämnen:

- Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv (rapport)
- Ryska privata militära företag (memo briefing)
- Ryskt militärt tänkande (artikel)
- Rysk ekonomi och försvarsutgifter (bokkapitel)
- Rysk informationssäkerhet och krigföring (bokkapitel)
- Rysk maskinverktygsindustri (rapport)
- Säkerhet i Centralasien (rapport)
- Ukraina och tidigare lagt parlamentsval (memo briefing)
- Ryssland nationaliserar internet (memo)

I samverkan med andra projekt inom ramen för SOFFA publicerades även studier om Rysslands intressen och militära samarbeten i Afrika (inom Afrikaprojektet).

Under året har RUFFS-medarbetare gjort 70 unika föredragningar och medverkat i media nationellt och internationellt 66 gånger, vilket får betraktas som högt ett år när Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv publiceras. Den skrivs av forskarna både på engelska och på svenska. Stort genomslag i media fick bl.a. sommarens demonstrationer i Moskva, olyckan vid en rysk militär testanläggning utanför Severodvinsk, president- och parlamentsvalen i Ukraina, samt rapporten om rysk övningsverksamhet. Den sistnämnda rönne även uppmärksamhet i ryska media.

Den akademiska meriteringen inom projektet har fortsatt genom att medarbetare presenterat papper vid vetenskapliga konferenser, publicerat peer review-artiklar, deltagit som peer reviewers för vetenskapliga tidskrifter samt genomfört andra opponentuppdrag. RUFFS arrangerade sju seminarier och granskningsseminarier under 2019.

Inom ramen för prioriterade internationella samarbeten ägde följande verksamheter rum:

- Finland: Deltagande av RUFFS-forskare vid sex olika konferenser och seminarier i Finland, inkluderande opponering på en finsk avhandling om rysk syn på cyberhot.

Utöver detta levererade RUFFS-medarbetarna under året underlag både muntligt och skriftligt till Regeringskansliet.

2 Nordeuropeisk och transatlantisk säkerhetspolitik (NOTS)

NOTS-projektet studerar västlig säkerhets- och försvarspolitik med fokus på Nordeuropa och militär förmåga. Efter att ha genomfört och publicerat den första samlade analysen den militärstrategiska utvecklingen i projektet, *Västlig militär förmåga. En analys av Nordeuropa 2017*, har studierna fortsatt 2018-2019 inom ett antal områden, där kunskapen behöver fördjupas eller uppdateras. Viktiga exempel med tillhörande dokumentation från 2019 är:

- Europeiskt försvarssamarbete (rapport)
- Västlig fjärrstridsförmåga (rapport)
- Transatlantisk säkerhet (rapport)
- Natos förmåga till förstärkningsoperationer (rapport)
- Västlig övningsverksamhet (rapport)
- Områdesanalys av Arktis (rapport)
- Landanalyser av Storbritannien, Tyskland och Norge (memon)

Andra studier där arbete har inletts 2019 avser t.ex. utveckling av modell för analys av militära styrkeförhållanden, vilken kommer att nyttjas i nästa samlade analys av västlig militär förmåga. Vidare har medarbetare kontinuerligt stött Försvarsdepartementet med analyser avseende bl.a. relationerna mellan västliga aktörer (Europa/USA) och asiatiska aktörer respektive den säkerhetspolitiska utvecklingen i svenskt närområde, med tonvikt på Östersjöområdets säkerhetsproblem.

Den 23 maj ordnade projektet en konferens, *Security and Defence in the Nordics – National Priorities and International Cooperation*, med inbjudna talare från Norge, Finland och Danmark. Syftet var att diskutera nationell försvarsutveckling i länderna, nordiskt operativt samarbete respektive transatlantiska länkens betydelse för Norden, men även att mer allmänt att befordra utökad nordisk samverkan inom forskning om säkerhets- och försvarspolitik.

Projektets medarbetare har deltagit i ett antal externa seminarier och konferenser, bland andra:

- Air Power Conference 2019 (Forsvarets høgskole, Tromsø, 5-7 februari)
- Lennart Meri Conference (ICDS, Tallin, 17-19 maj)
- Almedalsveckan (Visby, 30 juni-7 juli)
- Russia's actions – Europe's response (IISS, Berlin, 8-9 maj)
- Militärmaktseminaret 2019: Hva vil vi med Forsvaret? (NUPI, Oslo, 13 november)
- Arktis och Östersjön – en strategisk helhet (Folk och försvar, Stockholm, 25 november)
- Reading Russia right, (RDDC, Köpenhamn, 26 november)
- Strategic Autonomy as a European Ambition (Ifri, Paris, 3 december)

Därutöver har projektet bidragit med ett flertal analyser och kommentarer i media avseende främst amerikansk politik respektive säkerhetsläget i närområdet. Utöver skriftlig rapportering till Försvarsdepartement har ett flertal föredragningar gjorts inom aktuella ämnen och även analytiskt stöd givits till verksamhet inom Regeringskansliet, bland avseende underlag till Försvarsberedningen.

3 Asien och Mellanöstern

Asien- och Mellanösternprojektet har under 2019 studerat och levererat underlag om säkerhetspolitisk utveckling kopplade till Mellanöstern och Asien. Insikterna från denna forskning har föredragits för Regeringskansliet (Försvarsdepartementet och Utrikesdepartementet) och riksdagen, men också spridits till övriga samhället genom föreläsningar och kontakter med medier. Leveranserna presenteras nedan.

Projektet har under året studerat ett antal aktörer och tematiska områden med stor betydelse för den säkerhetspolitiska utvecklingen i Asien och Mellanöstern. Bland de ämnen som har studerats märks

- Turkiets relationer till Nato och Ryssland,
- Rysslands politiska och militära närvaro i Centralasien,
- Kinas satsningar på sin militär-civil fusion,
- Möjligheterna för en fredlig lösning i nordöstra Syrien,
- Kinas industriella cyberspionage,
- Kinas militära modernisering,
- Kinesiska perspektiv på Nordkoreas kärnvapenprogram,
- Kinas kärnvapenprogram,
- Europeisk säkerhet, avskräckning, och kärnvapenförmåga efter INF.

I mars 2019 representerade projektet FOI som medarrangör för en konferens kring kärnvapenfrågor vid japanska National Defense Academy (NDA) i Yokosuka. Forskningssamarbetet mellan NDA och FOI fortsätter under 2020, bl.a. i form av en konferens med säkerhetspolitiskt fokus.

4 Afrika

Projektet har under 2019 bistått med säkerhetspolitiska analyser av utvecklingen på kontinenten till stöd för Försvarsdepartementets försvars- och säkerhetspolitiska överväganden. Bland annat kan det nämnas att rapporten om utländska militärbaser och installationer i Afrika (utkommen augusti 2019) vid flera tillfällen har nyttjats av Försvarsmakten där den har använts som underlag till Perspektivstudiens omvärldsanalys.

Projektets forskare har vid flertalet tillfällen genomfört föredragningar för Försvarsmakten och UD. Temat har bland annat handlat om säkerhetsläget i Somalia och stormakters intressen och agerande i Afrika. Syftet har varit att bistå med information till stöd för framtagandet av olika underlag.

Under 2019 har projektet levererat:

- rapport om utländska militärbaser och installationer på den afrikanska kontinenten och tio briefs om de studerade ländernas närvaro;
- lanseringsseminarium för utländska militärbaser och installationer;
- brief gällande utmaningar för fredsprocessen i Libyen;
- brief gällande utmaningar för somaliska institutioner att överta säkerhetsansvaret;
- memo om den försämrade säkerhetspolitiska situationen i Niger och hur EU kan stödja landet.

Dessutom färdigställs i början av 2020 två rapporter. Den första behandlar Frankrikes, Tysklands, Spaniens och Italiens Afrikapolitik och den andra behandlar Algeriets förhållningssätt till sitt närområde. En ytterligare rapport om Kinas och Indiens politiska och militära intressen i Afrika förväntas färdigställas under 2020.

Projektets medarbetare har deltagit i ett antal seminarier och konferenser, bland annat:

- UD:s "Sahel-forum";

- UD:s myndighetsmöte om Somalia;
- UD:s "Afrikabriefing med fokus på södra Afrika med Institute for Security Studies".
- Sverige i världen, Almedalen, om Algeriet
- Medelhavsmuseets och ABF:s seminarium "Algeriet: ungdomen revolterar"
- FBA:s seminarium "Beyond Violent Extremism: Transformation of Islamist Armed Actors"

Projektet har varit efterfrågat av media, där fokus främst har varit på utvecklingen i Mali, Libyen och Algeriet samt Kinas och Rysslands intressen i Afrika.

5 Insatser

Insatsprojektet har under 2019 genomfört studier och analyser avseende fredsfrämjande insatser till stöd för Försvarsdepartementets försvars- och säkerhetspolitiska överväganden. Fokus har legat på uppföljning och analys av svenskt truppbidrag till internationella operationer samt tematisk bevakning av insatsområden med svensk närvaro.

Under året har projektet producerat sex skriftliga rapporter. En större rapport omfattade en insatsuppföljning av det svenska truppbidraget till Resolute Support Mission i Afghanistan 2017-2018. Tre memon har behandlat olika aspekter av fredsförhandlingarna mellan USA och Talibanrörelsen samt konsekvenser av ett amerikanskt tillbakadragande av trupper inklusive en scenarioanalys. Vidare har ett memo avhandlat en uppföljning av Sveriges truppbidrag till Operation Inherent Resolve i Irak. Avslutningsvis har ett memo analyserat innebörden av lokalt ägarskap för militära kapacitetsbyggande insatser. Samtliga rapporter och analyser har seminariebehandlats tillsammans med personal ur Försvarsdepartementet i syfte att stärka ömsesidig kunskapsupbyggnad.

Utöver kunskapsöverföring till Försvarsdepartementet har projektet bland annat inbjudits att föredra insatsuppföljningen av RSM 2017-2018 för utrikesutskottet med inbjudet försvarsutskott, redovisat slutsatser om genomförande av UNSCR 1325 inom FN:s fredsfrämjande insats i Mali hos Utrikesdepartementet, föredragit studien om lokalt ägarskap på FBA för den nationella kontaktgruppen för säkerhetssektorreform (NKSSR) samt modererat ett SIDA-seminarium om utvecklingen i Afghanistan. Projektets medarbetare deltar även i en av Nato:s Systems Analysis and Studies (SAS) forskningspaneler om utvärdering i militär kontext. Projektet har fortsatt också varit eftersökt av media. Fokus för det mediala intresset har framför allt legat på säkerhetsläget i Afghanistan och Mali och om de militära insatserna där.

6 Försvarspolitiska studier

Projektet Försvarspolitiska studier består av flera delprojekt som levererar underlag inom olika delar av det försvarspolitiska spektrumet, inklusive totalförsvar, avskräckning och hotbild, försvarsunderrättelser, kärnvapen, styrketillväxt och som direktstöd vid Försvarsdepartementet. Medarbetarnas kompetens har varit mycket efterfrågad under året, av bl.a. Regeringskansliet, Försvarsmakten och bland internationella motparter samt, men har även spridits genom medier samt internationella föreläsningar och konferenser.

Projektet fyller, genom sitt fokus på svensk försvarspolitikens kärnområden och det breda ämneskunnandet, en viktig roll som kompetensbärare med förmåga att besvara komplexa, övergripande försvarspolitiska frågor av stor vikt för hela den svenska försvarssektorn.

Under året har delprojektet om underrättelsemetodik genomfört en omfattande studie om strategisk förvarning om väpnat angrepp, *Reflections on Swedish Warning Intelligence: Turning Smallness into a strength*. Studien analyserar kritiska avväganden vid utformande eller reformerande av system för tidig förvarning, baserat på datainhämtning från bland annat Finland, forskning inom Nato, åtgärder inom vissa europeiska länder för att upptäcka s.k. hybridkrigföring, samt forskningslitteraturen. Rapporten publiceras tidigt under 2020.

Delprojektet om avskräckning och hotbildsanalys har under året publicerat en omfattande studie om rysk s.k. avreglingsförmåga (eng. anti-access/area denial, A2AD), *Bursting the Bubble. Russia's A2/AD Capabilities in the Baltic Sea Region*. Studien analyserar rysk avreglingsförmåga kritiskt (inklusive dess begränsningar), men även möjliga motåtgärder samt påverkan på den strategiska balansen i Sveriges närområde. Studien har fått ett extraordinärt genomslag internationellt, vilket resulterat i bland annat en uppföljande artikel i *Foreign Policy* samt föredragningar vid den ledande försvarsmässan DSEI i London, det brittiska konceptutvecklingscentret DCDC, samt vid ett flertal ledande forskningsinstitut och tankesmedjor i Washington DC, med medverkan från Pentagon. Studien har även haft betydande påverkan på policydebatten inom detta fält. Som en uppföljning till studien genomförde delprojektet i december även en internationell forskningskonferens i Stockholm, med deltagande från ledande forskare och praktiker från bland annat RAND, RUSI, IISS, CEPA och Chatham House. Konferensens resultat kommer att publiceras i en konferensrapport i antologiformat under 2020. Delprojektet har även publicerat en briefing om tre kopplade systemkriser som skakar världsordningen och hotar att i grunden förändra förutsättningarna för Sveriges säkerhet, samt medverkat med föredrag om avskräckning och tröskelförmåga vid den norska luftmaktskonferensen 2019.

Delprojektet om kärnvapen har genomfört en större studie om de europeiska stormakternas kärnvapendoktriner, som utmynnar i tänkbara kärnvapenscenarier i Sveriges närområde. Studien, *Nuclear Crisis and Conflict in an Era of Strategic Complexity – Scenarios for Northern Europe and Consequences for Sweden*, baseras på datainhämtning från London, Washington DC, New York samt Paris och kommer att publiceras tidigt under 2020.

Genom analysstödet till Försvarsdepartementet har projektet även varit direkt bidragande i departementets huvudprocesser. Detta har inkluderat exempelvis analys av budgetunderlag, bidrag i arbetet med regleringsbrev för 2020 samt interna diskussioner och arbeten om styrning och uppföljning av det framtida försvaret. Väsentlig verksamhet under året har också varit inriktad på kommande försvarsbeslut där projektet främst fokuserat på analys av inkomna försvarsbeslutsunderlag men också omfattat utformning av regeringsuppdrag och visst arbete med propositionstexter.

Delprojekt Totalförsvaret har löpande givit stöd till Försvarsdepartementet med analyser samt underlag, bland annat gällande styrning och ledning inom totalförsvaret. Ett memo som lyfter perspektivet om en hotbildsanpassad planering för det civila försvaret kommer att publiceras tidigt 2020.

Utöver detta har projektets medarbetare medverkat vid ett flertal föredragningar och konferenser i Sverige och internationellt, samt medverkat frekvent i svenska medier.

7 Försvarsekonomi och materielförsörjning (FOM)

Försvarsekonomi och materielförsörjning (FOM) stödjer regeringens arbete med analys och underlag beträffande strategisk styrning, ekonomisk uppföljning och utvärdering samt arbetet med att långsiktigt utveckla och uppnå en balanserad materielförsörjning. Under 2019 bestod projektet av fem delprojekt.

Inom delprojektet *Utmaningar för tillväxt* har två studier bedrivits med syfte att ge en bild av andra länders erfarenheter tillväxt inom försvaret. Den första studien identifierade och analyserade tillvägagångssätt, framgångsfaktorer och flaskhalsar för tillväxt av arméstridskrafterna i Estland och Litauen. Detta arbete – baserat på intervjuer – resulterade i memot Färdplan för tillväxt: Erfarenheter för Sverige från arméstridskrafternas tillväxt i Litauen och Estland. Studien lyfter fram ett antal lyckade initiativ, men även potentiella fallgropar att undvika och har rönt stort intresse från olika delar av Försvarsmakten. Den andra studien genomförde en snarlik analys beträffande delar av markstridskrafterna i Finland. Detta arbete är till övervägande del färdigt, men kommer att granskas och publiceras i början av 2020.

Delprojektet *Totalförsvarets långsiktiga inriktning* har under året löpande bidragit med analyser och råd till Försvarsdepartementet i frågor om utvecklingen av totalförsvarets långsiktiga ekonomi. Under 2019 har projektet bland annat analyserat Försvarsberedningens underlag samt Försvarsmaktens svar på denna. Detsamma gäller Försvarsmaktens och MSB underlag beträffande militärt och civilt försvar.

Delprojektet *Materielförsörjningsanalyser* har löpande under året bidragit med analyser och råd till Försvarsdepartementet i frågor om materielförsörjningens ekonomi och styrning. Arbetet har bland annat omfattat analyser och text rörande budgetpropositionsarbetet, problematiken med priskompensation och anslagsomräkning, Försvarsmaktens valutaexponering, ekonomin i investeringsplaneringen samt genomlysning av de index som ligger till grund för omräkning inom både Försvarsmaktens och FMV:s områden. Delprojektet har även bistått Försvarsdepartementet med analysstöd i förberedelserna inför utredningen om en materielförsörjningsstrategi för det militära försvaret och i utarbetandet av inriktningspropositionen.

Inom delprojektet *Försvarssatsningar* överlämnades rapporten Defence Economic Outlook 2018 till Försvarsdepartementet i januari 2019. Rapportens resultat har använts som underlag till en rad föreläsningar samt ett videoklipp. Videoklipppet syftar dels till att på ett pedagogiskt sätt sprida rapportens resultat till en bredare publik, det har även använts vid arbetsmarknadsdagar på universitet för att visa upp FOI:s ekonomikompetens för studenter som kan bli potentiella medarbetare. Under året har arbetet med en studie om Försvarsspecifik köpkraft ägt rum. Studien försöker besvara hur mycket olika länder får ut av sina försvarssatsningar och studien presenterades vid en internationell konferens för försvarsekonomer i Madrid där det mottogs väl. Arbetet med Försvarsspecifik köpkraft har en metodutvecklande ansats och har krävt omfattande insamling av svårtillgänglig data. Merparten av arbetet kring Försvarsspecifik köpkraft har gjorts under 2019, men färdigställande, granskning och publicering kommer att behöva ske under början av 2020.

Delprojektet har även upprätthållit och vidareutvecklat de databaser över internationella försvarsutgifter, materielvolym och materielkostnader som sammanställts på uppdrag av Försvarsdepartementet. Dessa databaser kommer långsiktigt gagna delprojektet, FoM samt övriga projekt inom SOFFA.

Delprojektet *Riksvärderingsnämnden* har under 2019 gjort en kartläggning av organisation, ansvar och lagstiftning gällande uttag av egendom, med fokus på fordon. I projektet har det skett intervjuer med samtliga aktörer för att på så sätt ge en förväntansbild rörande uttag av egendom. Vidare har projektet deltagit i seminarier för att både sprida som att inhämta information. Givet det pågår ett intensivt arbete hos inblandade aktörer har förseningar i underlagsleveranser till delprojektet försenat dess slutförande.

8 Samhällets beredskap i kris och krig (SABEK)

Projektet Samhällets beredskap i kris och krig (SABEK) stöder Regeringskansliet genom produktionen av studier, analyser och mer avgränsade kunskapsunderlag inom det långsiktiga och strategiska arbetet för både civilt försvar och krisberedskap.

Huvudsaklig mottagare är Justitiedepartementets Enhet för samordning av samhällets krisberedskap (Ju SSK). SABEK har under 2019 engagerat 15 analytiker från ett flertal enheter på FOI. Syftet med detta är att säkra åtkomst till en bredare kompetensbas genom att knyta till sig medarbetare med sakkunskap inom områdena som listas nedan och med förståelse för relevanta processer hos krisberedskapens och totalförsvarets nyckelaktörer.

Under året har projektet bistått Regeringskansliet med sammanställning av underlag som inkom från myndigheterna, bland annat om utvecklingen av det civila försvaret.

Projektverksamheten har under 2019 genomförts i fyra studier som redovisas i följande rapporter:

- RSA-systemet: Kunskap för beredskap – vad har risk- och sårbarhetsanalyser gett för effekt hittills och hur kan nyttan öka? (rapport) samt Uppföljning av risk- och sårbarhetsanalyserna – resultatredovisning från en enkätundersökning genomförd 2019 (rapport)
- Digitala sårbarheter: Vilse i lasagnen? – En upptäcktsfärd i den svenska digitala mångbottnade problemstrukturen (rapport)
- Lokalt geografiskt områdesansvar: Kommunerna och det lokala geografiska områdesansvaret (rapport)
- Rapportering av IT-incidenter: IT-incidenter i statliga myndigheter – orsaker till utebliven rapportering (rapport)

9 Cyber

För att möta behov inom totalförsvaret har FOI sedan 2008 byggt upp anläggningen CRATE (Cyber Range And Training Environment) för forskning, experiment, utvärdering, utbildning, träning och övning inom cybersäkerhet. CRATE har historiskt utvecklats, förvalts och driftats inom ramen för olika projekt, där anläggningen nyttjas för genomförande av kunskaps-, kompetens- och förmågehöjande aktiviteter. Exempelvis har forskningsprojekt utvecklat verktyg för att kunna genomföra tekniska studier och projekt för genomförande av cybersäkerhetsövningar har skapat cybermiljöer som representerar branschspecifika organisationer, såsom elbolag. Den projektvisa utvecklingen har lett till att anläggning har utvecklats i enlighet med uppdragsgivarnas behov, men avsaknaden av stabila medel för långsiktig utveckling, drift och förvaltning har samtidigt lett till att plattformen och organisationen kring denna i många avseenden har varit att beteckna som en prototyp och saknar den tillförlitlighet som önskas av FOI:s huvudkunder.

De anslag som FOI, under 2019, erhöll för arbete med en cyberanläggning för totalförsvaret har gjort det möjligt att utveckla den tekniska plattformen, påbörja uppbygganden av en drift- och förvaltningsorganisation samt utveckla den kunskapsbas och kompetens som ligger till grund för nyttjandet av anläggningen. Den tekniska plattformen har utvecklats med avseende på:

- nyttjande, genom arbete med ett nytt system för att beskriva cybermiljöer,
- funktionalitet och stabilitet, genom uppdatering av operativsystemet för datornoder samt
- kapacitet, genom förbättrad lagringskapacitet i det datorkluster som ingår i den tekniska plattformen.
-

För att stödja driften av anläggningen har ett driftövervakningssystem utvecklats. För att underlätta skapandet av scenarion med industriella informations- och styrsystem har styrsystemkomponenter inkluderats i anläggningen. Som ett led i kompetensförsörjningen har fler personer involverats i arbetet med utveckling, drift och förvaltning av anläggningen. Vidare aktiviteter som har genomförts för att utveckla kunskapsbas och kompetens inkluderar en intressentanalys, dokumentation av omvärldsbevakning och erfarenheter från tidigare utveckling och nyttjande av anläggningen samt metodutveckling avseende att sätta upp mål för och utvärdera övningar som genomförs i anläggningen. En närmare beskrivning av genomfört arbete och erhållna resultat återfinns i de FOI Memon som listas i bilagan.

Rapport/Memo	Författare	Titel
	RUFS	
FOI Memo 6653	Dahlqvist, Nils	Russia's (not so) Private Military Companies, RUFS Briefing No 44
FOI Memo 6774	Hedenskog, Jakob	Ukraine: The new president calls for snap elections, but will they change anything? RUFS Briefing No. 45
FOI-R--4756--SE	Hedenskog, Jakob; Holmquist, Erika and Norberg, Johan	Security in Central Asia: Russian policy and military posture
FOI-R--4658--SE	Hedenskog, Jakob	Russia is stepping up its military cooperation in Africa, in Gasinska, Karolina et al. (2019) Foreign military bases and installations in Africa
FOI-D--0865--SE	Lång, E, Netz, J., Oxenstierna, S.	Ökad försvarsproduktion i kritiska sektorer och tillväxtfaktorer i Försvarsmakten
FOI-R--4635--SE	MalmLöf, Tomas	The Russian Machine Tool Industry: Prospects for a Turnaround?
FOI Memo 6773	Rudnik, Alesia	Belarus defends its sovereignty against Russian media siege, , RUFS Briefing No. 46
FOI Memo 6680	Vendil Pallin, Carolina	Ryssland nationaliserar internet – lagförslaget om ett 'suveränt internet'
FOI-S--6016--SE	Vendil Pallin, Carolina	Russian information security and warfare
FOI-R- 4758	Westerlund, Fredrik & Oxenstierna, Susanne (eds)	Russian Military Capability in a Ten-Year Perspective – 2019
FOI-R-xxxx	Westerlund, Fredrik & Oxenstierna, Susanne	Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – 2019 (red.)
	NOTS	
FOI-R--4672--SE	Eva Hagström Frisell and Emma Sjökvist	Military Cooperation Around Framework Nations: A European Solution to the Problem of Limited Defence Capabilities
FOI-R--4798--SE	Robert Dalsjö	Västliga fjärrstridskrafter. En operationsanalytisk studie av kapaciteten för markmålsbekämpning vid krig i närområdet
FOI-R--4869--SE	Niklas Roszbach	Whither Transatlantic Security? Values, Interests, and the Future of US–European Relations
FOI-R--4843--SE	Eva Hagström Frisell (ed.), Robert Dalsjö, Jakob Gustafsson, John Rydqvist	Deterrence by Reinforcement: The Strengths and Weaknesses of NATO's Evolving Defence Strategy
	Asien och Mellanöstern	
FOI Memo 6776	Per Olsson	Kinas militära modernisering - utvecklingen av PLA:s militära materiel
FOI Memo 6698	Johan Englund	Kinas industriella cyberspionage
FOI Memo 668	Michael Jonsson	A Compromise Between Adversaries? Prospects for a Peaceful Resolution of Control over North-Eastern Syria
FOI Memo 6676	Bitte Hammargren	Turkey's tightrope act: Staying in Nato while warming towards Russia
FOI Memo 6649	Jerker Hellström	Kinas politiska prioriteringar: Militär-civil fusion och konsekvenser för Sverige
FOI Memo 7702	Samuel Neuman Bergenwall & Erika Holmquist	Eskalering i Persiska viken – USA och Iran på kollisionskurs
FOI-R--4756--SE	Jakob Hedenskog, Erika Holmquist, Johan Norberg	Security in Central Asia: Russian policy and military posture

	Afrika	
FOI MEMO 6777	Elin Hellquist	Somaliskt säkerhetsansvar mellan hopp och förtvivlan
FOI MEMO 6785	Alexandra Hallqvist och Lovisa Mickelsson	Huggsexa om Libyen driver oljestaten mot fortsatt förfall
FOI MEMO 6782	Carina Gunnarson och Karolina Gasinska	Niger i cyklonens öga - vad kan EU göra?
FOI MEMO 6809	Samuel Bergenwall	Turkey, United Arab Emirates and other Middle Eastern States - Middle Eastern Base Race in North-Eastern Africa
FOI MEMO 6810	Samuel Bergenwall	India - A Rising Power in East African Waters
FOI MEMO 6811	Carina Gunnarson	Japan - Towards 'Pro-active Collective Self-defence'
FOI MEMO 6813	Emma Sjökvist	The United Kingdom - Training Troops and Maintaining Influence in Africa
FOI MEMO 6814	Anna Sundberg	France - A Continuing Military Presence in Francophone Africa
FOI MEMO 6815	Jerker Hellström	China's National Interests Expanding Overseas to Africa
FOI MEMO 6816	Karolina Gasinska	Italy Refocus on Africa to Control Migration Flows
FOI MEMO 6817	Madeleine Lindström	The United States - From Counter-terrorism to Great Power Competition in Africa?
FOI MEMO 6819	Eva Hagström Frisell	Germany - Linking Military Deployments in Africa to National Security
FOI MEMO 6820	Carina Gunnarson	Spain - Defending Overseas Territory and Interests in Africa
FOI-R--4658--SE	Karolina Gasinska (red.), Samuel Bergenwall, Carina Gunnarson, Eva Hagström Frisell, Jakob Hedenskog, Jerker Hellström, Madelene Lindström, Emma Sjökvist och Anna Sundberg	Foreign Military Bases and Installations in Africa
	FöPolStud	
FOI-R--4651--SE	Robert Dalsjö, Christofer Berglund, Michael Jonsson	Bursting the Bubble. Russian A2/AD in the Baltic Sea Region: Capabilities, Countermeasures, and Implications
FOI Memo 6701	Robert Dalsjö	Tre kopplade kriser skakar världsordningen
FOI Memo 6636	Robert Frisk	Strategisk förvarning för väpnat angrepp – metodreflektioner
	Insats	
FOI MEMO 6771	Isabel Green Jonegård	The implications of a US withdrawal from Afghanistan: Four Scenarios
FOI MEMO 6770	Isabel Green Jonegård	In together, out together': If the US withdraws its troops from Afghanistan, what will the NATO framework nations do?
FOI MEMO 6769	Heléne Lackenbauer	Att utbilda Peshmerga i irakiska Kurdistan: Uppföljning av Sveriges truppbidrag till Operation Inherent Resolve (OIR)
FOI MEMO 6768	Heléne Lackenbauer	Agreeing to agree': Negotiation peace with the Taliban
FOI MEMO 6767	Elin Hellquist, Emma Sjökvist	Local Ownership in Military Capacity Building
FOI-R-4662--SE	Emma Sjökvist, Isabel Green Jonegård, Heléne Lackenbauer	Rådgivning i försämrat säkerhetsläge: Uppföljning av det svenska styrkebidraget till Resolute Support Mission i Afghanistan 2017-2018

	FOM	
FOI-R--4631--SE	Per Olsson, Juuko Aloziuous, Maria Ädel	Defence Economic Outlook 2018 - Global Outlook with a Focus on the European Defence Industry
FOI Memo 6832	Jakob Gustafsson, Niklas Granholm, Michael Jonsson	Färdplan för tillväxt: Erfarenheter för Sverige från arméstridskrafternas tillväxt i Litauen och Estland
	SABEK	
FOI-R--4800--SE	Pär Eriksson, Per Larsson och Frej Welander	Kommunerna och det lokala geografiska områdesansvaret
FOI-R--4803--SE	Lovisa Mickelsson	Uppföljning av risk- och sårbarhetsanalyser – Resultatredovisning från en enkätundersökning genomförd 2019
FOI-R--4804--SE	Camilla Eriksson, Carl Denward, Lovisa Mickelsson och Vidar Hedtjärn Swaling	Kunskap för beredskap: Vad har risk- och sårbarhetsanalys gett för effekt hittills och hur kan nyttan öka?
FOI-R--4814--SE	Jenny Ingemarsdotter, Daniel Eidenskog och Vidar Hedtjärn Swaling	Vilse i lasagnen? - En upptäcktsfärd i den svenska digitaliseringens mångbottnade problemstruktur
FOI-R--4815--SE	FOI-R--4815—SE	IT-incidenter på statliga myndigheter – orsaker till utebliven rapportering Ann-Sofie Stenérus Dover, Johan Bengtsson och Matilda Olsson
	CYBER	
FOI Memo 6999-SE	Erik Svensson, Erik Zouave	Statusrapport 2019 avseende omvärldsbevakning inom projektet Analysstöd för cyberanläggningar
FOI Memo 7000-SE	Lars Westerdahl	Årsrapport 2019: Analysstöd för cyberanläggningar
FOI Memo 7001-SE	Lars Westerdahl, Pär Eriksson, Jonas Clausen Mork, David Lindahl, Tommy Gustafsson	Metodik för övning i cybermiljö – en statusrapport
FOI Memo 7007-SE	Kristoffer Lundholm	Årsrapport 2019: Infrastruktur för cyberanläggningar