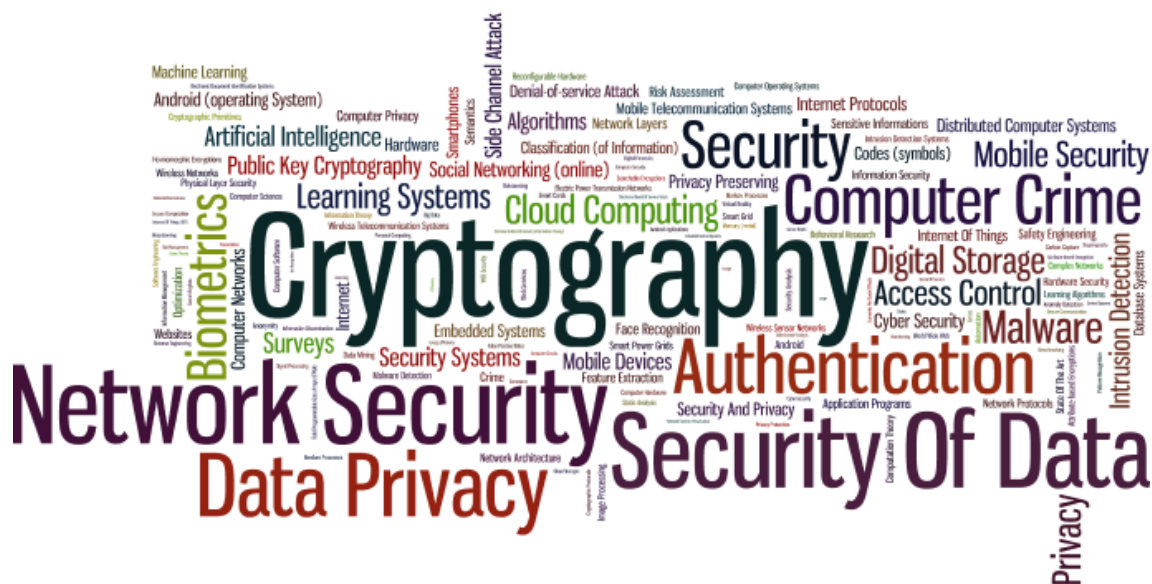


HENRIK KARLZÉN



Henrik Karlzén

Operationer i cyberdomänen

En inventering av internationell forskning

Bild/Cover: Henrik Karlzén/wordle.net

Titel	Operationer i cyberdomänen – en inventering av internationell forskning
Title	Operations in the cyber domain – an inventory of international research
Rapportnr/Report no	FOI-R--4614--SE
Månad/Month	September
Utgivningsår/Year	2018
Antal sidor/Pages	55
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	4. Informationssäkerhet och kommunikation
FoT-område	Cyber
Projektnr/Project no	E72737
Godkänd av/Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Ledningssystem
Exportkontroll	Innehållet är granskat och omfattar ingen information som är underställd exportkontrollagstiftningen.

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Denna rapport beskriver en inventering av 2013–2018 års forskning om operationer i cyberdomänen, det vill säga forskning om antagonistiska hot mot datorer i nätverk. Inventeringen baserades på en analys av tre olika urval om totalt 3587 forskningsartiklar som identifierades genom databassökningar i Scopus. Urvalen bestod av de mest citerade artiklarna, artiklar från de högst rankade tidskrifterna och konferenserna samt forskningsartiklar som sammanställer en rad andra forskningsartiklar.

Artiklarna publicerades i många olika tidskrifter och konferenser varav bara hälften har särskilt cybersäkerhetsfokus. Bland de främsta organisationerna som producerat artiklarna syns flera från Kina samt enskilda från Frankrike, Saudiarabien och Tyskland. Som helhet ligger elva länder bakom många artiklar, medan Sverige ligger runt plats tjugo. Viktat mot allmänna investeringar i forskning är Storbritannien, Australien och Grekland tre av länderna i topp och de skriver också mycket ur ett oviktat perspektiv. Finland och Portugal är också i topp när viktning görs. Sverige syns som särskilt effektiv artikelskrivare för urvalet genomgångar. Bland de länder och regioner som skriver minst antal forskningsartiklar för sin investering finns Ryssland, Japan och Taiwan. En jämförelse med en tidigare genomförd inventering av svensk forskning visar på ett stort ämnesmässigt överlapp mellan svensk och internationell forskning, med undantag av att de specifika domäner som verkar prägla svensk forskning inte lyser igenom i en internationell kontext.

Denna typ av inventering kan göras regelbundet för att snabbt upptäcka nyheter och trender. I relation till detta kan också länders forskningssatsningar och forskningsutlysningar närmare studeras för att ta reda på framgångsrika sätt att stödja forskning och vart forskningen är på väg. Som helhet kan rapporten utgöra underlag för intressenter som vill upprätthålla en egen forskningsförmåga inom området, vara en kompetent forskningsuppdragsgivare, eller samarbeta med andra som är aktiva inom området.

Nyckelord: operation, cyberdomän, inventering, cybersäkerhet, forskningsområde

Summary

This report describes an inventory of research in the years 2013–2018 on operations in the cyber domain, i.e., research on antagonistic threats to networked computers. The inventory was based on an analysis of three different selections of a total of 3587 research papers identified by database searches in Scopus. The selection consisted of the most cited articles, papers from the highest ranked journals and conferences, and reviews.

The papers were published in many different journals and conferences, only half of which have cyber security focus. Among the most recurring prominent organisations behind the papers are several from China and one each from France, Saudi Arabia, and Germany. As a whole, eleven countries recur as the most prolific producers of research, while Sweden is steady around place twenty. Weighting against countries' general expenditure in research and development showed the United Kingdom, Australia and Greece as three of the top countries and they also produce a lot from an unweighted perspective. Finland and Portugal are also in the top when weighting. Sweden is particularly effective for the selection of reviews. Among the countries and regions that write the least number of research articles in relation to their investments are Russia, Japan and Taiwan. A comparison with a previous inventory on only Swedish research shows a large overlap in terms of research topics between Swedish and international research, although some specific domains that seem to characterise Swedish research are not visible in an international context.

This type of inventory can be performed regularly in order to quickly detect novelties and trends. In relation to this, countries' research expenditure and research calls may be closer studied to discover successful methods of supporting research and where it is heading. As a whole, the report can provide a basis for stakeholders who wish to maintain research capacity within the research area, be a competent customer of others' knowledge, or collaborate with others.

Keywords: operation, cyber domain, review, inventory, cyber security, academic discipline

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
2	Tidigare arbete	9
3	Metod	10
3.1	Informationsinhämtning	10
3.1.1	Artiklar med genomgångar	11
3.1.2	Mest citerade artiklar totalt	11
3.1.3	Artiklar i de högst rankade publikationerna	11
3.2	Analys	12
3.2.1	Publikationer	12
3.2.2	Organisationer	12
3.2.3	Länder	12
3.2.4	Delområden	13
3.3	Kompletterande informationsinhämtning och analys	14
4	Resultat	15
4.1	Artiklar med genomgångar	15
4.1.1	Publikationer	15
4.1.2	Organisationer	16
4.1.3	Länder	17
4.1.4	Delområden	20
4.2	Mest citerade artiklar totalt	20
4.2.1	Publikationer	21
4.2.2	Organisationer	22
4.2.3	Länder	23
4.2.4	Delområden	25
4.3	Artiklar i de högst rankade publikationerna	25
4.3.1	Publikationer	27
4.3.2	Organisationer	28
4.3.3	Länder	29
4.3.4	Delområden	31
4.3.5	De tio mest citerade artiklarna	32
4.4	Publikationerna som helhet	34

4.5	Organisationerna som helhet	34
4.6	Länderna som helhet	35
4.7	Delområdena som helhet	37
4.7.1	Jämförelse mellan urvalen	37
4.7.2	Jämförelse med den svenska inventeringen	39
4.8	Uttlysningar	39
4.8.1	Finansiärer	40
4.8.2	Uttlysningarna och delområdena	40
5	Slutsatser	42
5.1	Forskningsfrågorna	42
5.1.1	Vad forskas det mest om?	42
5.1.2	Vilka skillnader finns mot svensk forskning?	42
5.1.3	Vilka organisationer forskar mest?	43
5.1.4	Vilka länder forskar mest totalt och jämfört med förbrukade medel?	43
5.1.5	Vilka länder forskar lite jämfört med förbrukade medel?	44
5.1.6	Vilka publikationer är mest framstående?	44
5.2	Framtida arbete	44
6	Referenser	46
6.1	Allmänna referenser	46
6.2	Topp-publikationernas tio mest citerade artiklar	47
6.3	Finansiärerna	48
	Bilaga 1 – Söksträngen	49
	Bilaga 2 – Cybersäkerhetsrelaterade publikationer	52
	Bilaga 3 – Delområdesbenämningarna	54

1 Inledning

En tidigare FOI-rapport redovisade en inventering av svensk forskning inom forskningsområdet *operationer i cyberdomänen*, vilket där definieras som den forskning som rör antagonistiska hots påverkan på datorer i nätverk (Karlzén et al., 2018). För att sätta svensk forskning i ett större sammanhang och skönja globala trender presenteras i denna rapport en inventering av internationell forskning.

Inventeringen är utförd på uppdrag av Försvarsmakten för att skapa möjlighet att *”fatta strategiska beslut om långsiktig inriktning och förmågeutveckling”* (Försvarsmakten, 2018). Inventeringen har dock inget specifikt militärt perspektiv varför den också kan vara till nytta för andra intressenter än Försvarsmakten. Rapporten kan utgöra ett underlag för att avgöra

- vad forskningen kan medföra för effekter i framtiden
- vilken egen forskning som ska beställas eller utföras
- vem som innehar forskningsexpertis som man bör lyssna på eller samarbeta med.

För att kunna bidra med denna nytta ska rapporten besvara följande forskningsfrågor:

- Vad forskas det mest om?
- Vilka skillnader finns mellan internationell och svensk forskning?
- Vilka organisationer forskar mest?
- Vilka länder forskar mest totalt och jämfört med förbrukade medel?
- Vilka länder forskar minst jämfört med förbrukade medel?
- Vilka publikationer – där artiklarna publiceras – är mest framstående?

2 Tidigare arbete

Förutom inventeringen av svensk forskning – som är en utgångspunkt för denna rapport – har en del annat relevant tidigare arbete identifierats. En av statens offentliga utredningar om forskning på försvarsområdet (von Sydow et al., 2016) innehåller en genomgång av försvarsforskningen och försvarsindustrin i Sverige och vissa andra länder. Fokus är dock snarare på ekonomiska faktorer än resultat och mäter därmed snarare avsikten att utföra forskning än forskningsresultat.

Kallberg et al. (2012) utvärderade hur mycket fokus ett antal amerikanska universitets forskningsinstitutioner hade på aktiv, eller offensiv, cyberförmåga. Utvärderingen utgick från hemsidorna från de 48 institutioner som amerikanska signalspaningsmyndigheten NSA klassificerat som framstående akademiska centrum inom det närliggande området informationsassurans. Fem av de 48 visade sig forska om aktiva eller offensiva cyberoperationer. Kopplingar till närliggande områden utvärderades också. Till exempel hade 18 institutioner med aspekter rörande lagar, etik, eller personlig integritet.

3 Metod

Inventeringen utgår metodmässigt från den metod som användes i den svenska inventeringen. Precis som där baseras inventeringen huvudsakligen på forskningsartiklar som publicerats i antingen en akademisk tidskrift eller i samband med en akademisk konferens. Sådana artiklar har kvalitetsgranskats av andra forskare och samlas i databaser varför denna metod ger en aktuell och saklig inblick i forskningen. Det är också denna typ av publicering som utgör huvudmetoden för att säkerställa hög vetenskaplig kvalitet för forskning som finansieras av Forsvarsmakten (Forsvarsmakten, 2018).

Det bör dock noteras att det finns andra typer av vetenskapliga framsteg som inte publiceras som forskningsartiklar. Till exempel fokuserar företag på att nå kommersiella fördelar snarare än att publicera sig. Företagens forskning är omfattande och enligt von Sydow (2016) utförde företag forskning för 69 % av Sveriges totala forskningsmedel 2015. Vidare finns inom till exempel försvarsmyndigheterna annan forskning som – i likhet med hos företagen – inte publiceras öppet. Inventeringen beskriver således öppet publicerad forskning som dessutom oberoende kvalitetsgranskats.

I avsnitt 3.1 beskrivs inventeringens informationsinhämtning, medan avsnitt 3.2 redogör för hur forskningsartiklarna analyseras. Inventeringen av forskningsartiklar kompletteras med en genomgång av ett antal forskningsutlysningar, vilken beskrivs närmare i avsnitt 3.3.

3.1 Informationsinhämtning

Databasen Scopus¹ användes för att söka fram relevanta forskningsartiklar. Scopus är den största databasen för sammanfattningar och metadata för forskningsartiklar (Agarwal et al., 2016). Enbart artiklar publicerade under perioden 2013-01-01 till och med 2018-05-25 samt artiklar som senast 25 maj 2018 hade accepterats för publicering 2018 till och med 2019 inkluderades. Inventeringen inkluderade enbart artiklar skrivna på engelska. Den söksträng som användes för att erhålla relevanta artiklar redovisas i Bilaga 1.

Sökningen resulterade i ungefär 226 000 forskningsartiklar (träffar), vilket är ungefär hundra gånger så många som de som identifierades i den svenska inventeringen. För att nå en analyserbar mängd krävdes ytterligare begränsningar, varför ett antal mindre, separata, urval gjordes. Dessa urval beskrivs var för sig i de följande tre avsnitten (3.1.1–3.1.3).

¹ Scopus är en betaltjänst som nås på <http://www.scopus.com>

3.1.1 Artiklar med genomgångar

Som föreslogs i rapporten för den svenska inventeringen valdes de artiklar ut som i sig utgör genomgångar av andra forskningsartiklar (på engelska vanligen benämnda reviews). För att nå en hanterbar mängd artiklar begränsades urvalet till åren 2017 och 2018. Den automatiserade sökningen kompletterades med en manuell filtrering på titel för att se till att artiklarna verkligen hade säkerhetsfokus.

3.1.2 Mest citerade artiklar totalt

Eftersom en forskningsartikels påverkan normalt baseras på hur många andra forskningsartiklar som citerar den, gjordes också ett urval bestående av de 200 mest citerade artiklarna per publiceringsår (2013–2018). För att inte få artiklar med mycket få citeringar sattes också en gräns att de måste ha minst tio citeringar för att inkluderas i urvalet. Den automatiserade sökningen kompletterades med en manuell filtrering på titel för att se till att artiklarna verkligen hade säkerhetsfokus.

3.1.3 Artiklar i de högst rankade publikationerna

Som också föreslogs i rapporten för den svenska inventeringen gjordes en sammanställning av de mest prestigefyllda tidskrifterna och konferenserna – det vill säga publikationerna – samt deras artiklar. Publikationer inom områdena beslutsteori, management, mediateknik, safety, datavetenskap samt humanfaktorer identifierades därför i Scopus och filtrerades manuellt baserat på titel. Publikationernas egna beskrivningar på deras hemsidor lästes sedan igenom för att säkerställa att de hade säkerhetsfokus. Därefter valdes de tio högst rankade publikationerna ut baserat på ett normaliserat medel av rankingsmetoderna CiteScore och SJR. CiteScore är en citeringsrankningskvot (i fortsättningen benämnd CRK) som beräknas i Scopus och baseras på hur många som citerar publikationens artiklar relativt hur många som citerar artiklarna i andra liknande publikationer inom samma forskningsfält. På detta sätt vägs det in att en publikation inom ett bredare och mer långsiktigt forskningsfält har större chanser till fler citeringar än en publikation inom ett smalt och trendkänsligt forskningsfält. SJR utgår också från hur många som citerar, men väger även in vilken publikation som citerar, där publikationer med högre SJR bidrar till en högre SJR för den citerade publikationen (Huggett, 2013). Efter att de tio högst rankade tidskrifterna och konferenserna hade valts ut användes den fullständiga söksträngen för dessa publikationer på samma sätt som för de andra två urvalen.

3.2 Analys

För vart och ett av de tre urvalen gjordes en analys ur fyra synvinklar, vilka beskrivs i de kommande avsnitten. En gemensam analys för alla urval för vart och ett av de fyra synvinklarna gjordes också.

3.2.1 Publikationer

De publikationer som publicerar flest artiklar beskrivs inklusive hur de rankas enligt CRK och SJR.

3.2.2 Organisationer

De organisationer – framförallt universitet och högskolor men också forskningsinstitut, företag och dylikt – som producerar flest artiklar beskrivs. Det kan noteras att det finns många typer av rankningar av universitet och högskolor². Förutom produktionen av forskningsartiklar beaktas i sådana rankningar även mer subjektiva bedömningar som rykte och status samt faktorer som rör andra delar än forskning som levnadsstandard. I denna rapport beaktas dock endast antalet forskningsartiklar som producerats inom det relevanta forskningsområdet.

3.2.3 Länder

Förutom att för varje land räkna antalet artiklar som produceras inom landet, kan man jämföra med hur mycket pengar landet förbrukar för forskning inom det relevanta området. Om denna förbrukning sedan ställs mot antal producerade artiklar (enligt varje urval) kan skillnader i effektivitet eller prioritet (kontra annan typ av forskningsutförande) när det gäller artikelskrivande skönjas. Data om forskningsutgifter per land är tillgänglig hos Organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling, OECD (2018a)³ och inkluderar för varje land den forskning och utveckling som utförs av universitet, forskningsinstitut, myndigheter, företag med flera som har hemvist i landet, oberoende av vilket land finansieringen kommer från. Forskning och utveckling som utförs i något annat land inkluderas däremot inte, även om den skulle finansieras av det första landet (OECD, 2015). Data finns för de 35 OECD-länderna samt Argentina,

² Två exempel på sådana rankningar återfinns på <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings> och <http://www.shanghairanking.com/>

³ I denna rapport används statistiken från 2015 eftersom det är den mest kompletta. För Singapore saknas dock siffran varför 2014 års siffra används för Singapore i förekommande fall.

Kina, Taiwan⁴, Rumänien, Ryssland, Singapore och Sydafrika. Det finns vissa ytterligare begränsningar med dessa data, vilket beskrivs nedan.

Som beskrivet inkluderas (experimentell) utveckling i siffran, som till exempel programvaruutveckling. Även om sådan utveckling inte normalt ger upphov till forskningsartiklar, gick det inte att separera bort den delen eftersom uppdelningen i olika typer av forskning och utveckling inte fanns för exempelvis Sverige. Förhållandet mellan de olika typerna av forskning och utveckling varierar stort mellan olika länder.

Eftersom data inte kunde hittas för länders utgifter för forskning enbart inom det relevanta området, används i denna inventering siffror på varje lands totala (inhemska) forskningsutgifter. OECD har visserligen en gruppering av områden, där kategorin naturvetenskap (som inkluderar datavetenskap) åtminstone begränsade forskningen något, men grupperingen fanns inte för alla länder, varför detta inte användes. Det kan hursomhelst vara av intresse att sätta en ungefärlig siffra på hur mycket av all forskning som utgörs av cybersäkerhetsforskning. Cybersäkerhetsforskningen utgjorde exempelvis enbart några procent av all försvarsforskning i USA, som förmodligen har en ovanligt hög andel cybersäkerhetsfokus (McKinsey, 2017). Siffran ligger ungefär i linje med att den svenska inventeringen identifierade knappt 1 000 svenska forskningsartikelförfattare inom cybersäkerhetsområdet, vilket utgör ungefär en procent av alla forskare i Sverige enligt OECD:s definition (OECD, 2018b). Alla författare arbetar inte enbart med cybersäkerhet, men å andra sidan skriver inte alla forskare (med OECD:s definition) inom cybersäkerhetsområdet vetenskapliga artiklar.

Även om forskningsutgifter alltså inte är ett perfekt mått, är det svårt att hitta något bättre.

3.2.4 Delområden

För varje urval artiklar sammanställdes också forskningsdelområden. Sammanställningen utgick från artiklarnas nyckelord som satts av varje artikels författare, av publikationen, eller i en kombination av de båda.

Någon vedertagen taxonomi för alla nyckelord inom området finns inte. Enskilda konferenser eller tidskrifter kan visserligen ha sin egen taxonomi, men den är ofta ottydlig, och det finns ingen metataxonomi som gäller för alla konferenser och alla tidskrifter. Publikationer använder också olika sätt att beskriva sina intresseområden på sina hemsidor. Till exempel fokuserar en del på underliggande teorier, andra på tillämpningsområden och ytterligare andra på

⁴ Termen land används här om Taiwan, i likhet med OECD:s språkbruk. Det bör dock noteras att: ”I praktiken fungerar Taiwan som en självständig stat även om det bara erkänns av ett fåtal andra länder” (<https://www.ui.se/landguiden/lander-och-omraden/asien/taiwan/>).

vilka situationer som är relevanta – från utveckling och drift till angrepp och försvar.

De vanligaste nyckelorden (eller nyckelordsklasserna) sammanställdes till ett mindre antal delområden på svenska. Denna sammanfattning var nödvändig för att göra materialet hanterbart storleksmässigt, för att kunna göra jämförelser samt för att undvika sammansatta nyckelord. För att underlätta jämförelser mellan de olika urvalen togs enbart en uppsättning delområden upp, istället för en uppsättning per urval. Istället räknades hur stort varje delområde var inom varje delområde, baserat på hur många gånger nyckelorden återkom. Dessutom gjordes viss jämkning mot den sammanställning av delområden som gjordes i den svenska inventeringen, men utan att vara låst vid den.

3.3 Kompletterande informationsinhämtning och analys

För att komplettera informationsinhämtningen baserad på forskningsartiklar undersöktes också ett antal utlysningar av forskningsmedel. Sådana utlysningar hjälper till att tala om vad som är nästa steg i forskningen även om de ofta är i ganska allmänt hållna ordalag. De forskningsfinansiärer som undersöktes var bland de större offentliga sådana i Sverige, i Europa på multilateral nivå samt i USA. Utlysningarnas ämnen jämfördes med forskningsartiklarnas fokus.

4 Resultat

Avsnitt 4.1–4.3 redovisar resultatet för vart och ett av de tre urvalen. Därefter förenas urvalen i form av de vanligaste publikationerna (avsnitt 4.4), de flitigaste organisationerna (4.5) och vilka länder de tillhör (4.6) samt i delområden (4.7). Vidare ställs urvalen mot forskningsutlysningar i avsnitt 4.8. Urvalen överlappar högst begränsat. Urvalet artiklar i de högst rankade publikationerna är klart störst men täcker trots allt bara in 7 % respektive 9 % av de andra två urvalen. Urvalen är alltså så gott som helt olika.

4.1 Artiklar med genomgångar

Sökningen för urvalet resulterade i 840 artiklar och efter manuell filtrering återstod 328 artiklar, vilket motsvarar 39 % av sökningens resultat.

4.1.1 Publikationer

Tabell 1 redovisar de publikationer där flest av artiklarna med genomgångar publicerats.

Tabell 1 – de vanligaste publikationerna för urvalet artiklar med genomgångar, med typ av publikation (T = tidskrift, K = konferens, S = serie för konferenser⁵), CRK- och SJR-rankningar, antal artiklar (#) och procent av alla artiklar i urvalet.

Publikation	Typ	CRK	SJR	#	%
Journal of Network and Computer Applications	T	5,1	0,78	26	8
Computers and Security	T	3,9	0,68	17	5
Intl Journal of Pure and Applied Mathematics	T	0,2	0,14	13	4
IEEE Communications Surveys and Tutorials	T	26,3	3,66	12	4
ACM Computing Surveys	T	11,5	1,63	11	3
Security and Communication Networks	T	1,4	0,29	10	3
Computer Science Review	T	8,7	1,47	8	2
IEEE Security and Privacy	T	1,5	0,36	8	2

⁵ En serie för konferenser är en typ av publikation som publicerar resultaten från flera olika konferenser.

Publikation	Typ	CRK	SJR	#	%
Communications of the ACM	T	1,9	0,71	6	2
Computer Communications	T	3,5	0,46	6	2
Övriga	-	-	-	211	64

4.1.2 Organisationer

Tabell 2 redovisar de organisationer som producerat artiklarna med genomgångar.

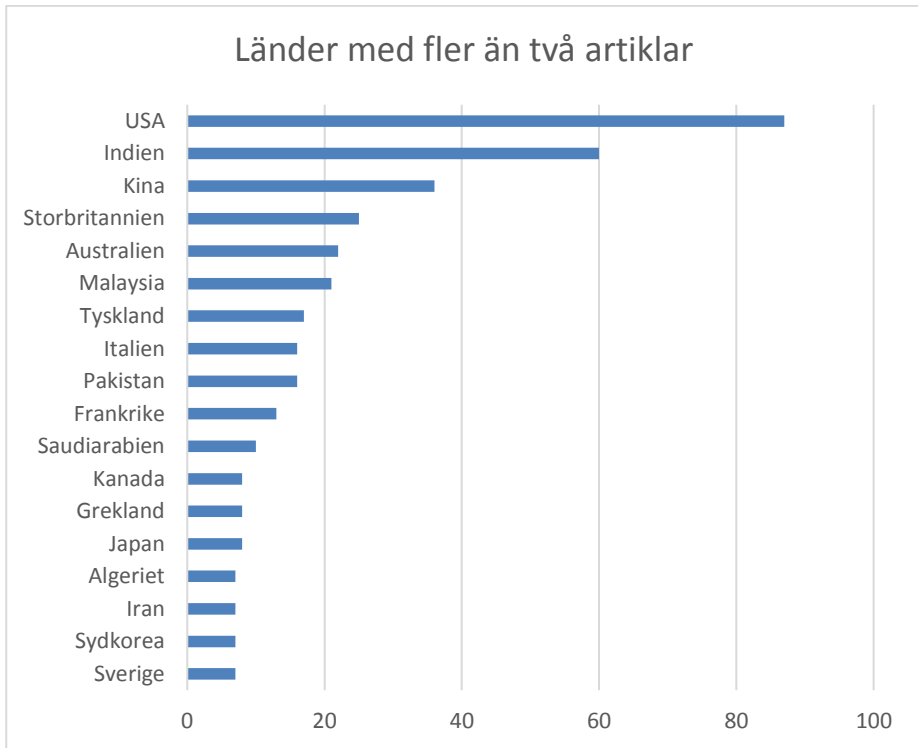
Tabell 2 – organisationer med mer än två artiklar, deras antal artiklar (#) och deras land, för urvalet artiklar med genomgångar.

Organisation	#	Land
University of Malaya	9	Malaysia
King Saud University	7	Saudiarabien
COMSATS Institute of Information Technology	6	Pakistan
National Institute of Technology Kurukshetra	5	Indien
Technische Universität Darmstadt	5	Tyskland
Beijing University of Posts and Telecommunications	5	Kina
Nanjing University of Information Science and Technology	5	Kina
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique	4	Frankrike
Shri Mata Vaishno Devi University	4	Indien
Panjab University	4	Indien
SMVEC	3	Indien
Universita degli Studi di Padova	3	Italien
Universiti Sains Malaysia	3	Malaysia
Kyung Hee University	3	Sydkorea

Organisation	#	Land
SRM Institute of Science and Technology	3	Indien
University of California, Davis	3	USA
Punjab Technical University	3	Indien
De Montfort University	3	Storbritannien
Malaviya National Institute of Technology	3	Indien
Consiglio Nazionale delle Ricerche	3	Italien
New Jersey Institute of Technology	3	USA
Lancaster University	3	Storbritannien
Universiti Putra Malaysia	3	Malaysia
University of Melbourne	3	Australien
University of New South Wales UNSW Australia	3	Australien
Universite 8 Mai 1945 Guelma	3	Algeriet
Koneru Lakshmaiah Education Foundation	3	Indien
University Malaysia Pahang	3	Malaysia
University of Engineering and Technology, Peshawar	3	Pakistan
111 artiklar (av 328, dvs. 34 %)		13 länder

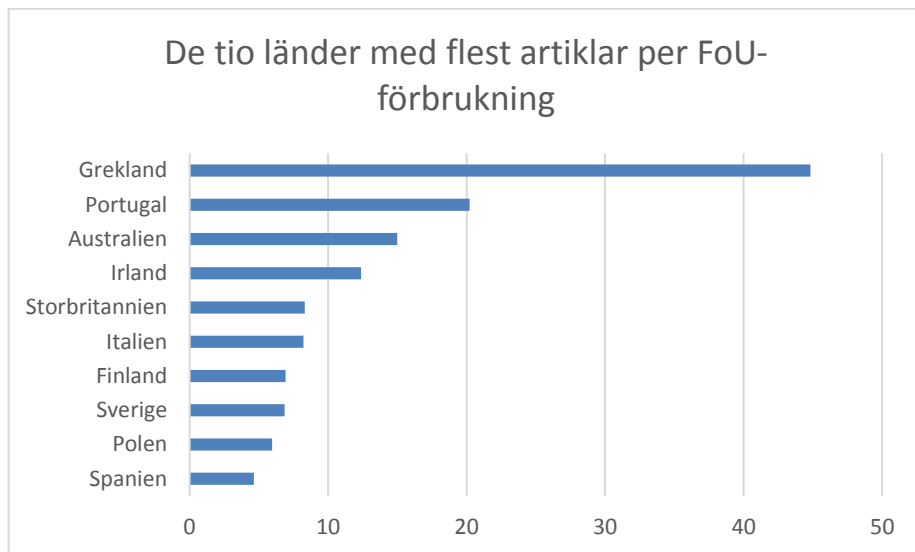
4.1.3 Länder

Figur 1 redovisar de länder vars organisationer skrivit artiklarna med genomgångar.



Figur 1 – de länder som skrivit mer än två artiklar för urvalet artiklar med genomgångar.

Figur 2 redovisar de länder vars organisationer skrivit flest artiklar med genomgångar, relativt forsknings- och utvecklingsförbrukning i landet. Sverige syns som ett land vars organisationer skriver många artiklar för de förbrukade kronorna.



Figur 2 – topp tio länder för antalet artiklar per 100 miljarder förbrukade kronor för urvalet artiklar med genomgångar. Observera att underlaget bara gjort det möjligt att beräkna statistiken för 42 av världens länder samt att enbart engelskspråkiga artiklar räknas.

Tabell 3 redovisar de länder vars organisationer istället skrivit minst antal artiklar med genomgångar, för forsknings- och utvecklingsförbrukningen i landet.

Tabell 3 – de länder som skrivit minst antal artiklar per 100 miljarder förbrukade kronor för urvalet artiklar med genomgångar. Observera att underlaget bara gjort det möjligt att beräkna statistiken för 42 av världens länder samt att enbart engelskspråkiga artiklar räknas.

Land	Artiklar per 100 miljarder kronor
Ryssland	1,9
Taiwan	1,8
Kina	1,3
Sydkorea	1,3
Japan	0,7

4.1.4 Delområden

Tabell 4 redovisar de delområden som motsvarar forskningen i artiklarna med genomgångar.

Tabell 4 – de delområden som artiklarnas nyckelord kan relateras till och till vilken del, för urvalet artiklar med genomgångar.

Delområde	Procent
Cyberfysiska system	18
Personlig integritet	12
Kryptografi	11
Molnet	11
Administrativ säkerhet ⁶	9
Ätkomstkontroll	8
Biometri	6
Intrångsdetektering	6
Skadlig kod och mjukvara	5
Artificiell intelligens	4
Nätverk	4
Hårdvara	3
Forensik och brott	2
Mobilt	1

4.2 Mest citerade artiklar totalt

Sökningen för urvalet resulterade i 1011 artiklar⁷ och efter manuell filtrering återstod 376 artiklar, vilket motsvarar 37 % av sökningens resultat.

⁶ Inkluderar bland annat icke-tekniska aspekter som regelefterlevnad, riskhantering och beteende.

⁷ 200 artiklar per år 2013–2017 inkluderas här, men enbart 11 artiklar publicerade 2018 eftersom endast så många artiklar hade minst tio citeringar.

4.2.1 Publikationer

Tabell 5 redovisar de publikationer där flest av de mest citerade artiklarna publicerats.

Tabell 5 – de vanligaste publikationerna för urvalet mest citerade artiklar totalt, med typ av publikation (T = tidskrift, K = konferens, S = serie för konferenser), CRK- och SJR-rankningar, antal artiklar (#) och procent av alla artiklar i urvalet.

Publikation	Typ	CRK	SJR	#	%
IEEE Transactions on Info Forensics and Security	T	7,2	1,27	19	5
IEEE Communications Surveys and Tutorials	T	26,3	3,66	18	5
IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems	T	5,7	0,98	16	4
Information Sciences	T	5,3	1,64	15	4
Lecture Notes in Computer Science	S	0,9	0,30	13	3
Future Generation Computer Systems	T	4,8	0,84	11	3
IEEE Communications Magazine	T	11,1	2,30	11	3
ACM Conference on Computer and Comm Security	K	4,5	0,89	10	3
Journal of Network and Computer Applications	T	5,1	0,78	9	2
IEEE Symposium on Security and Privacy	K	-	-	8	2
Signal Processing	T	3,9	1,81	8	2
IEEE Transactions on Wireless Communications	T	6,4	1,25	7	2
ACM Computing Surveys	T	11,5	1,63	6	2
Övriga	-	-		225	60

4.2.2 Organisationer

Tabell 6 redovisar de organisationer som producerat de mest citerade artiklarna.

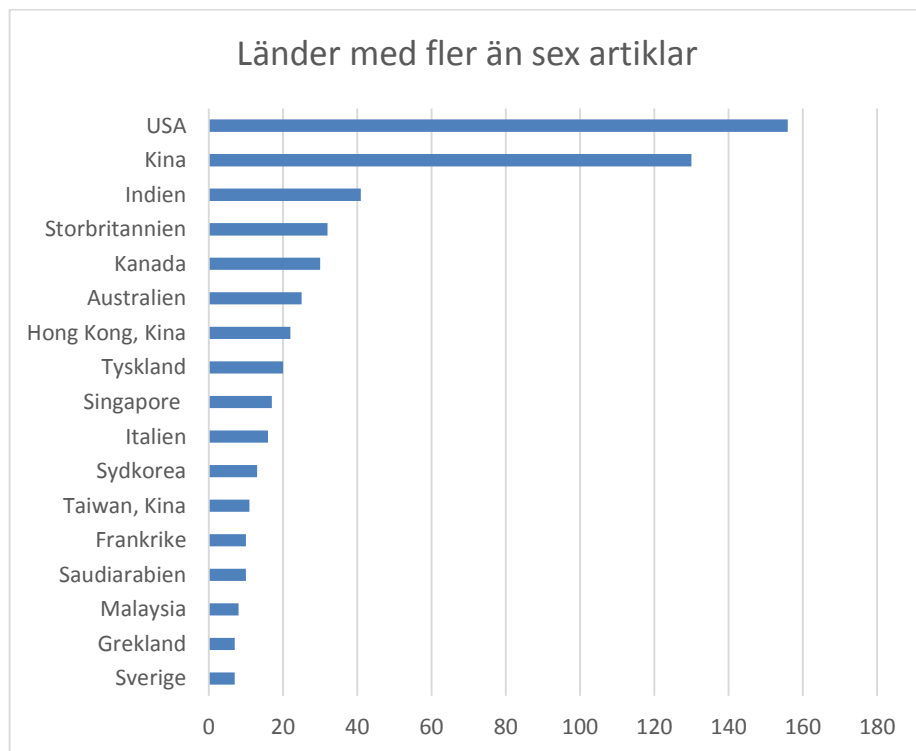
Tabell 6 – organisationerna med flest antal artiklar (#) och deras land, för urvalet mest citerade artiklar totalt.

Organisation	#	Land
Nanjing University of Information Science and Technology	21	Kina
Xidian University	19	Kina
Chinese Academy of Sciences	17	Kina
Microsoft Research	13	USA
Virginia Polytechnic Institute and State University	13	USA
Wuhan University	12	Kina
State Key Laboratory of Information Security	10	Kina
Bharath University	10	Indien
IBM Research	9	USA
Guangzhou University	9	Kina
City University of Hong Kong	8	Kina (Hong Kong)
Massachusetts Institute of Technology	8	USA
University at Buffalo, State University of New York	8	USA
University of Electronic Science and Technology of China	7	Kina
Nanjing University of Post and TeleCommunications	7	Kina
King Saud University	7	Saudiarabien
University of Toronto	7	Kanada
Tsinghua University	7	Kina
Pennsylvania State University	6	USA

Organisation	#	Land
Ministry of Education China	6	Kina
Institute for Infocomm Research, A-Star, Singapore	6	Singapore
North Carolina State University	6	USA
216 artiklar (av 376, dvs. 57 %)		6 länder

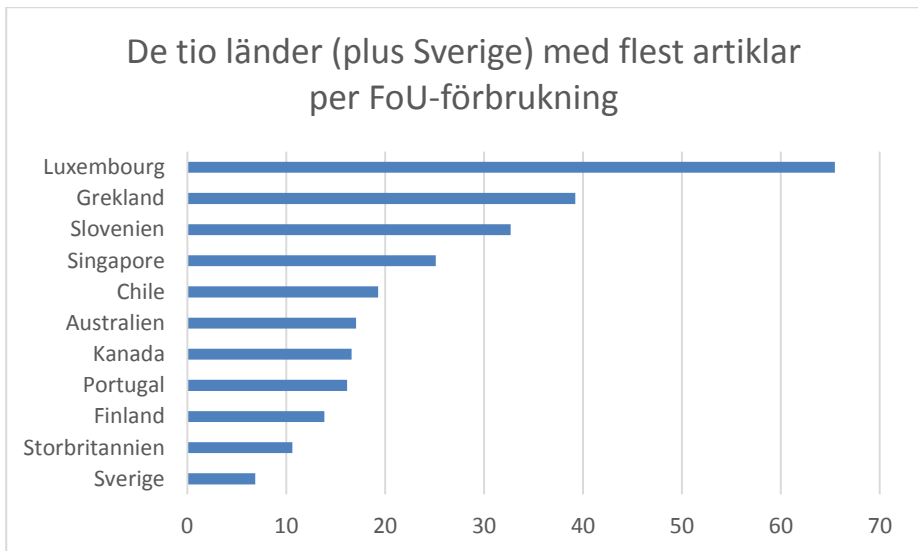
4.2.3 Länder

Figur 3 redovisar de länder vars organisationer skrivit de mest citerade artiklarna.



Figur 3 – de länder som skrivit mer än sex artiklar för urvalet mest citerade artiklar totalt.

Figur 4 redovisar de länder vars organisationer skrivit flest av de mest citerade artiklarna, relativt forsknings- och utvecklingsförbrukningen i landet.



Figur 4 – de tio länder med flest antal artiklar per 100 miljarder förbrukade kronor (plus Sverige oavsett placering), för urvalet mest citerade artiklar totalt. Observera att underlaget bara gjort det möjligt att beräkna statistiken för 42 av världens länder samt att enbart engelskspråkiga artiklar räknas.

Tabell 7 redovisar de länder vars organisationer istället skrivit minst antal högciterade artiklar, relativt forsknings- och utvecklingsförbrukningen i landet.

Tabell 7 – de länder som skrivit minst antal högciterade artiklar per 100 miljarder förbrukade kronor. Observera att underlaget bara gjort det möjligt att beräkna statistiken för 42 av världens länder samt att enbart engelskspråkiga artiklar räknas.

Land	Artiklar per 100 miljarder kronor
Polen	1,5
Österrike	1,2
Belgien	1,2
Japan	0,5
Ryssland	0,4

4.2.4 Delområden

Tabell 8 redovisar de delområden som motsvarar forskningen i de mest citerade artiklarna.

Tabell 8 – de delområden som artiklarnas nyckelord kan relateras till och till vilken del, för urvalet mest citerade artiklar totalt.

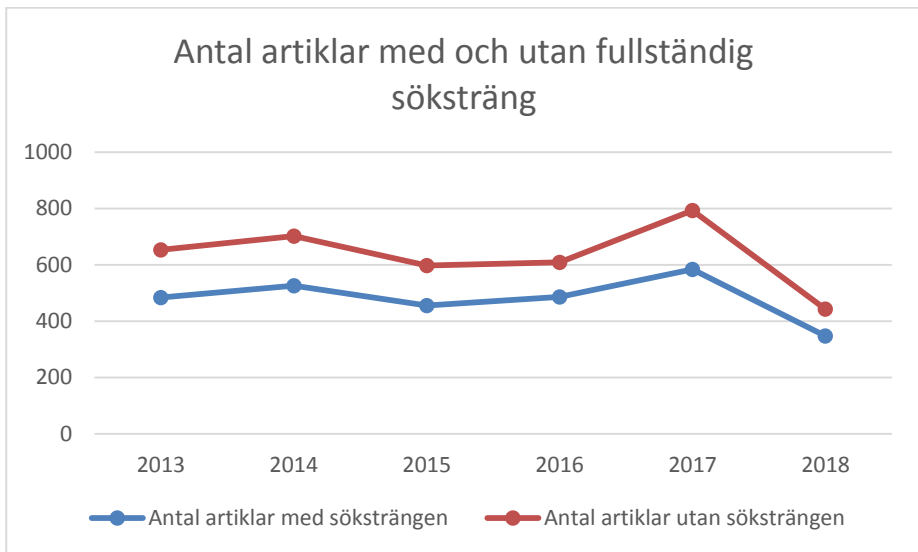
Delområde	Procent
Kryptografi	21
Cyberfysiska system	16
Molnet	14
Personlig integritet	14
Åtkomstkontroll	9
Biometri	6
Hårdvara	5
Intrångsdetektering	5
Artificiell intelligens	3
Skadlig kod och mjukvara	2
Administrativ säkerhet	1
Forensik och brott	1
Mobilt	1
Nätverk	1

4.3 Artiklar i de högst rankade publikationerna

Från Scopus listar med publikationer (där artiklar publiceras) och dessa publikationers hemsidor identifierades 36 publikationer med cybersäkerhetsfokus, vilka återges i Bilaga 2. Den fortsatta analysen inkluderar dock enbart de 10 högst rankade publikationerna av de 36.

Figur 5 redovisar hur många artiklar som de tio högst rankade publicerat under de relevanta åren och när söksträngen används utöver årtalsrestriktionen eller inte. Som synes publicerar dessa publikationer tillsammans omkring två artiklar

per dag. Den fullständiga söksträngen hittar 76 % (2883 av 3797) av allt som publicerats i de tio publikationerna. Att det inte är 100 % beror delvis på att en del av det som publiceras i publikationerna inte är den typ av forskningsartiklar som avses här, utan inkluderar exempelvis inlägg av redaktörerna. Framförallt beror det dock på att publikationerna publicerar en del forskningsartiklar som inte matchas av de nyckelord som täcks in av söksträngen. Detta beror i sin tur delvis på att söksträngen inte är perfekt, delvis på att publikationerna tar upp andra ämnen än enbart cybersäkerhet såsom icke-säkerhetsaspekter av nätverk och mobilt.



Figur 5 – antalet artiklar i de tio högst rankade publikationerna, per år och beroende på om den fullständiga söksträngen används eller inte. Notera att bara ungefär hälften av 2018 hade gått när analysen genomfördes.

4.3.1 Publikationer

Tabell 9 redovisar de tio högst rankade publikationerna för cybersäkerhetsområdet, sorterade på rankning rörande citeringar snarare än antal artiklar som publicerats.

Tabell 9 – de tio högst rankade publikationerna, med typ av publikation (T = tidskrift, K = konferens, S = serie för konferenser), CRK- och SJR-rankningar, normaliserad medelrankning (rank) som utgör ett medel av CRK och SJR viktat för deras respektive skalor, antal artiklar (#) och procent av alla artiklar i urvalet.

Publikation	Typ	CRK	SJR	rank	#	%
IEEE Transactions on Information Forensics and Security	T	7,2	1,27	0,10	856	30
ACM Conf on Computer and Comm Security	K	4,53	0,88	0,07	909	32
ACM Transactions on Information and System Security	T	2,59	0,43	0,06	45	2
Computers and Security	T	4,5	0,73	0,06	564	20
International Journal of Information Security	T	3,86	0,68	0,04	180	6
International Journal of Critical Infrastructure Protection	T	2,67	0,46	0,04	71	2
International Journal of Applied Cryptography	T	2	0,42	0,04	12	0
Journal of Internet Services and Applications	T	3,25	0,40	0,04	31	1
let Biometrics	T	2,71	0,56	0,04	116	4
Journal of Cryptographic Engineering	T	2,35	0,65	0,03	99	3

4.3.2 Organisationer

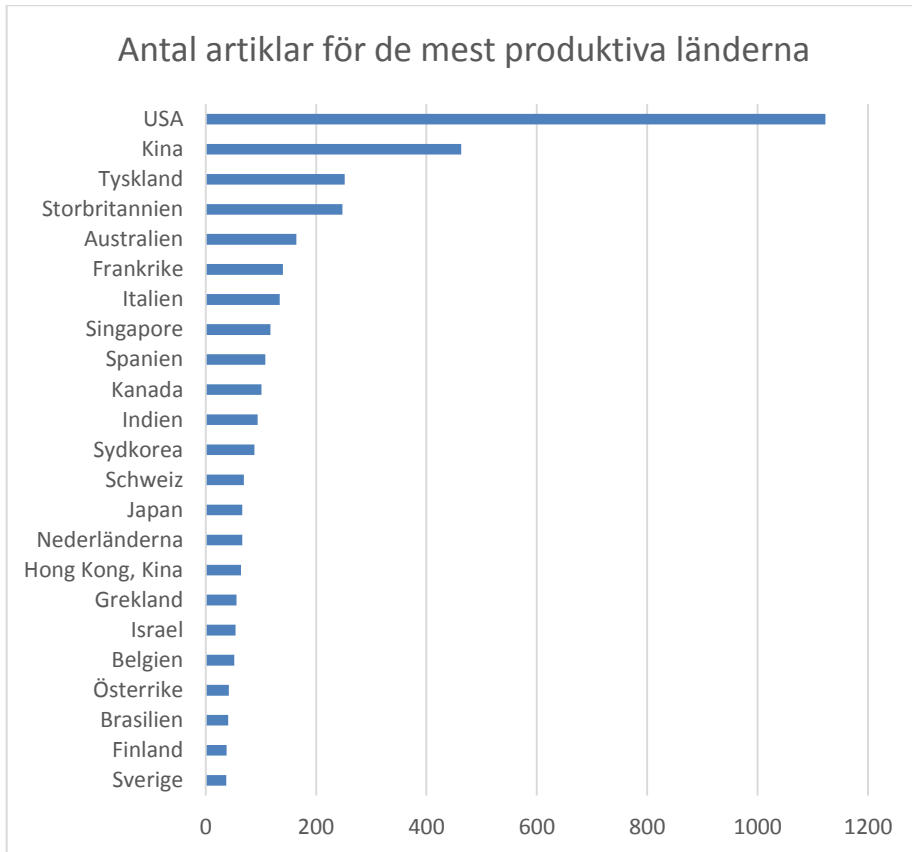
Tabell 10 redovisar de organisationer som skrivit flest artiklar i de tio högst rankade publikationerna samt den främsta svenska organisationen.

Tabell 10 – organisationerna med flest antal artiklar (#) i de tio högst rankade publikationerna och organisationernas land.

Organisation	#	Land
Chinese Academy of Sciences	90	Kina
Purdue University	53	USA
Technische Universität Darmstadt	51	Tyskland
Nanyang Technological University	41	Singapore
University of Wollongong	40	Australien
Xidian University	39	Kina
State Key Laboratory of Information Security	38	Kina
Carnegie Mellon University	37	USA
Ruhr-Universität Bochum	36	Tyskland
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique	35	Frankrike
The Royal Institute of Technology KTH	10	Sverige
470 artiklar (av 2883, dvs. 16 %)		6+1 länder

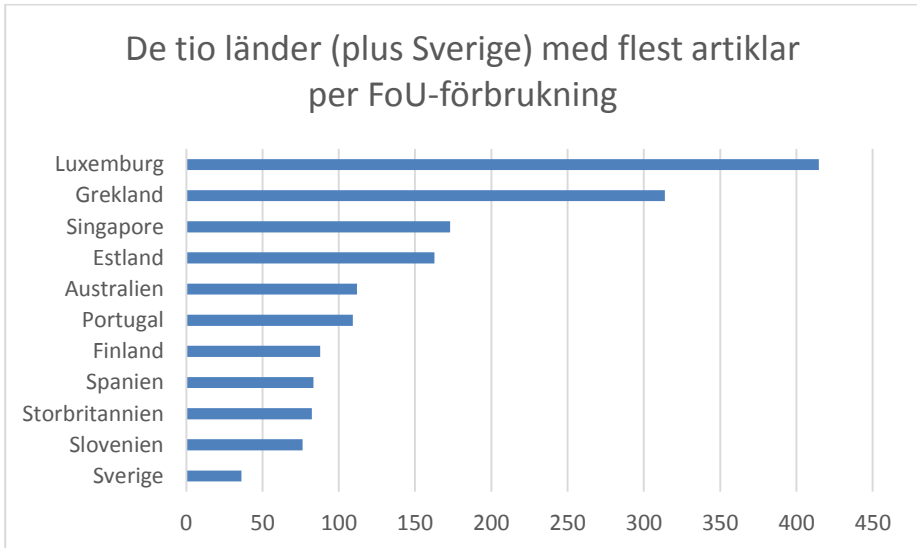
4.3.3 Länder

Figur 6 redovisar de länder vars organisationer skrivit artiklarna i de tio högst rankade publikationerna.



Figur 6 – de länder som skrivit flest artiklar för urvalet de tio högst rankade publikationerna.

Figur 7 redovisar de länder vars organisationer skrivit flest artiklar i de tio högst rankade publikationerna, relativt forsknings- och utvecklingsförbrukningen i landet.



Figur 7 – topp tio länder (plus Sverige oavsett placering) för antalet artiklar per 100 miljarder förbrukade kronor, för urvalet de tio högst rankade publikationerna. Observera att underlaget bara gjort det möjligt att beräkna statistiken för 42 av världens länder samt att enbart engelskspråkiga artiklar räknas.

Tabell 11 redovisar de länder vars organisationer istället skrivit minst antal artiklar i de tio högst rankade publikationerna, relativt forsknings- och utvecklingsförbrukningen i landet.

Tabell 11 – de länder som skrivit minst antal artiklar per 100 miljarder förbrukade kronor, för urvalet de tio högst rankade publikationerna. Observera att underlaget bara gjort det möjligt att beräkna statistiken för 42 av världens länder samt att enbart engelskspråkiga artiklar räknas.

Land	Artiklar per 100 miljarder kronor
Taiwan	15,3
Mexiko	13,1
Argentina	10,9
Japan	5,9
Ryssland	1,1

4.3.4 Delområden

Tabell 12 redovisar de delområden som motsvarar forskningen i artiklarna i de tio högst rankade publikationerna.

Tabell 12 – de delområden som artiklarnas nyckelord kan relateras till och till vilken del, för urvalet de tio högst rankade publikationerna.

Delområde	Procent
Kryptografi	17
Personlig integritet	13
Åtkomstkontroll	10
Administrativ säkerhet	7
Biometri	7
Nätverk	7
Skadlig kod och mjukvara	7
Cyberfysiska system	6
Artificiell intelligens	5
Mobilt	5

Delområde	Procent
Molnet	5
Intrångsdetektering	4
Forensik och brott	3
Hårdvara	3

4.3.5 De tio mest citerade artiklarna

För att ge en ytterligare inblick i artiklarna ger Tabell 13 korta sammanfattningar av de tio mest citerade artiklarna för de tio högst rankade publikationerna.

Tabell 13 – de tio mest citerade artiklarna för urvalet de tio högst rankade publikationerna, sammanfattade och hur många citeringar artiklarna fått (Cit.).

Artikel	Sammanfattning	Cit.
Li et al., 2015	Det är av intresse att upptäcka en bild som manipulerats genom att ersätta delar av bilden med kopior av andra delar av bilden. Istället för att kontrollera en vattenmärkning kan originalbilden delas in i segment och nyckelpunkter sedan jämföras med den suspekta bilden.	439
Frank et al., 2013	Ett tidigt försök till kontinuerlig beröringsbaserad autentisering genom att utnyttja att användare rör vid smartphoneskärmar på olika sätt.	248
Xia et al., 2016	Bilder som laddats upp till molnet i krypterad form kan inte sökas efter med normala metoder. En metod föreslås som trots allt gör det möjligt att söka efter de krypterade bilderna.	245
Fu et al., 2016	Krypterad text i molntjänster gör normal sökning långsam eftersom hela filer först måste laddas ner och dekrypteras. Istället kan nyckelord för texten konstrueras. En algoritm föreslås som söker efter flera nyckelord samtidigt vilken hittar snarlika ord samt är robust för stavfel.	230

Artikel	Sammanfattning	Cit.
Hashizume et al., 2013	Säkerhetsproblem med molnlagring diskuteras inklusive aspekter rörande personlig integritet, tillgänglighet och regelefterlevnad.	216
Crossler et al., 2013	Framtida inriktningar för beteendemässig informationssäkerhet avhandlas. Några slutsatser är att hackare ska förstås bättre; elakartade insiders ageranden ska skiljas från godartade insiders misstag; och olika kulturer ska beaktas.	204
Shin et al., 2013	Ett säkerhetsproblem i mjukvarudefinierade nätverk utgörs av den flaskhals som finns i kommunikationslänken mellan kontrollfunktion data. Flaskhalsen är sårbar för tillgänglighetsangrepp och en lösning föreslås som minimerar mängden kontrolltrafik vid angrepp.	199
Ma et al., 2013	En ny bättre metod föreslås som kan placera vattenstämplar i bilder vilka sedan kan kontrolleras utan att avslöja bildens innehåll vid till exempel eventuell upphovsrättslig konflikt.	165
Fernandes et al., 2014	Går igenom forskningslitteraturen om säkerhetsproblem i molnet, ger en taxonomi för relevanta sårbarheter, hot och angrepp samt diskuterar öppna forskningsfrågor.	163
Zhang et al., 2013	En ny metod föreslås för att analysera Android-appars säkerhetsmässiga beteende i deras interaktion med systemet i övrigt. Metoden hittar sårbarheter i appar som inte den tidigare bästa metoden kunde.	147

4.4 Publikationerna som helhet

Av de publikationer som ligger i topp för urvalen finns fem publikationer som återkommer i två urval (men ingen i alla tre). Samtliga fem är tidskrifter och återfinns i Tabell 14. Det finns alltså begränsat överlapp mellan urvalen.

Hälften av de tjugoåtta publikationer som återkommer i minst ett urval har cybersäkerhetsfokus medan den andra halvan är av mer allmän art, exempelvis med brett omfång vad gäller datornätverk med inslag av cybersäkerhet. Med andra ord publiceras en stor del av forskningen i andra publikationer än de cybersäkerhetsfokuserade.

Tabell 14 – de publikationer som återkommer i två urval, med antal artiklar med genomgångar (#g), antal artiklar bland de mest citerade totalt (#c), antal artiklar i de högst rankade publikationerna (#p).

Publikation	#g	#c	#p
Journal of Network and Computer Applications	26	9	
Computers and Security	17		564
IEEE Communications Surveys and Tutorials	12	18	
ACM Computing Surveys	11	6	
IEEE Transactions on Info Forensics and Security		19	856

4.5 Organisationerna som helhet

Det finns stora skillnader mellan de tre urvalen vad gäller vilka organisationer som producerat flest artiklar. Enbart sju organisationer återkommer i två urval (men ingen i alla tre) och dessa återfinns i Tabell 15. Den organisation som syns med flest artiklar totalt (Chinese Academy of Sciences) har också beskrivits som den största forskningsorganisationen i världen (Conroy, 2018) och som synes dominerar världens folkrikaste land Kina tabellen. Ur ett engelskspråkigt och västeuropeiskt perspektiv kan avsaknaden av namnkunniga brittiska och amerikanska organisationer noteras. Även om de organisationer som bara återfanns i ett enstaka urval beaktas, återfinns exempelvis varken University of Oxford eller University of Cambridge. Bland de i USA finns visserligen Carnegie Mellon University och MIT, men varken Harvard, Stanford eller Princeton. Det verkar med andra ord vanskligt att basera sin uppfattning om vilka som ligger i forskningens framkant på organisationernas ryktbarhet. För övrigt märks bland organisationerna bara två som inte är universitet, högskolor eller forskningsinstitut, nämligen datorjättarna IBM och Microsoft, båda i urvalet mest citerade artiklar totalt.

Tabell 15 – de organisationer som återkommer som flitiga artikelproducenter i två urval, med antal artiklar med genomgångar (#g), antal artiklar bland de mest citerade totalt (#c), antal artiklar i de högst rankade publikationerna (#p) och organisationens land.

Organisation	#g	#c	#p	Land
King Saud University	7	7		Saudiarabien
Nanjing University of Information Science and Technology	5	21		Kina
Technische Universität Darmstadt	5		51	Tyskland
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique	4		35	Frankrike
Xidian University		19	39	Kina
Chinese Academy of Sciences		17	90	Kina
State Key Laboratory of Information Security		10	38	Kina

4.6 Länderna som helhet

Elva länder syns som produktiva hemvister för organisationer i samtliga tre urval och dessa återfinns, tillsammans med Sverige som särskilt valts ut, i Tabell 16. Några av länderna har mycket stora folkmängder och några av länderna har engelska som modersmål. Detta kan vara en delförklaring till att just dessa är med, även om det inte till fullo förklarar alla ländernas närvaro eller andra liknande länders frånvaro.

Tabell 16 – de länder som återkommer i samtliga urval, med antal artiklar med genomgångar (#g), antal artiklar bland de mest citerade totalt (#c), antal artiklar i de högst rankade publikationerna (#p).

Land	#g	#c	#p
USA	87	156	1123
Indien	60	41	94
Kina	36	130	463
Storbritannien	25	32	248
Australien	22	25	164
Tyskland	17	20	252
Italien	16	16	134

Land	#g	#c	#p
Frankrike	13	10	140
Kanada	8	30	101
Grekland	8	7	56
Sydkorea	7	13	88
Sverige	7	7	37

Som syns i Tabell 17 återkommer Storbritannien, Australien och Grekland i topp när antalet artiklar viktas mot ländernas (inhemska) förbrukning för forskning och utveckling. Sverige syns som särskilt effektiv artikelskrivare för urvalet genomgångar (eng. reviews). Minst effektiva är Ryssland, Japan och Taiwan. Observera att nämnaren i viktningen baseras på OECD:s data som bara finns om 42 av världens länder och att det bara är engelskspråkiga artiklar som räknas.

Tabell 17 – de länder som återkommer i två eller tre urval, huruvida de är i toppen eller botten (Placering), med antal artiklar med genomgångar per investering (#g/inv), antal artiklar bland de mest citerade totalt per investering (#c/inv), antal artiklar i de högst rankade publikationerna per investering (#p/inv) och hur många urval landet återkommer i (# urval). Sverige är bara med i ett urval men syns ändå liksom landets siffror för övriga urval men då i parentes.

Land	Placering	#g/inv	#c/inv	#p/inv	# urval
Grekland	toppen	44,8	39,2	313,7	3
Portugal	toppen	20,2	16,2	109,1	3
Australien	toppen	15,0	17,0	111,8	3
Storbritannien	toppen	8,3	10,6	82,4	3
Finland	toppen	6,9	13,9	87,8	3
Spanien	toppen	4,6		83,4	2
Luxemburg	toppen		65,5	414,7	2
Slovenien	toppen		32,7	76,3	2
Singapore	toppen		25,1	172,9	2
Sverige	delvis toppen	6,9	(6,9)	(36,3)	1

Land	Placering	#g/inv	#c/inv	#p/inv	# urval
Ryssland	botten	1,9	0,4	1,1	3
Japan	botten	0,7	0,5	5,9	3
Taiwan	botten	1,8		15,3	2

4.7 Delområdena som helhet

I det följande avsnittet görs en syntes av de tre urvalen med avseende på hur de täcker in delområdena. Därefter görs en jämförelse med den svenska inventeringen.

4.7.1 Jämförelse mellan urvalen

Som framgår av Tabell 18 täcker delområdet personlig integritet in en avsevärd mängd av forskningen för vart och ett av urvalen. Detta skulle kunna indikera att det vore på sin plats att dela upp delområdet i bitar för att tydliggöra vilken forskning som ingår.

Tabell 18 – de olika urvalens delområdesfokus och i snitt för urvalen tillsammans.

Delområde	Urval			% i snitt
	% för genomgångar	% för mest citerade	% för topp-publikationer	
Kryptografi	11	21	17	16
Cyberfysiska system	18	16	6	13
Personlig integritet	12	14	13	13
Molnet	11	14	5	10
Åtkomstkontroll	8	9	10	9
Administrativ säkerhet	9	1	7	6
Biometri	6	6	7	6
Intrångsdetektering	6	5	4	5

Delområde	Urval			% i snitt
	% för genomgångar	% för mest citerade	% för topp-publikationer	
Skadlig kod och mjukvara	5	2	7	5
Artificiell intelligens	4	3	5	4
Hårdvara	3	5	3	4
Nätverk	4	1	7	4
Forensik och brott	2	1	3	2
Mobilt	1	1	5	2

Det går att se vissa större skillnader mellan urvalen:

- Kryptografi täcker in en stor mängd av forskningen för varje urval, men betydligt mindre för genomgångarna än jämfört de två andra urvalen. Kryptografi är alltså ett stort delområde men med forskning som kanske passar sämre för genomgångar än i övriga urval, beaktat sin storlek.
- Administrativ säkerhet och skadlig kod är lägre för urvalet mest citerade artiklar än för övriga urval. En möjlig förklaring är att de delområdena genererar artiklar som tillsammans ger en viktig helhet, men där en enskild artikel typiskt inte utgör ett forskningsframsteg av motsvarande storlek som inom andra delområden.
- Delområdena nätverk och mobilt är mycket större för urvalet topp-publikationer jämfört med för vart och ett av de två andra urvalen och tvärtom gäller för molnet och cyberfysiska system. En möjlig förklaring är att topp-publikationerna har sina fasta intressen som förändras långsamt, exempelvis för att hinna med långa djupa diskussioner forskare emellan. Ett tecken på detta är den långa publikationscykel topp-publikationerna har, där det från inskickad artikel kan ta flera år till godkännande och publicering. Det skulle i så fall göra att det som funnits förhållandevis länge – som nätverk och mobilt – får större utrymme i topp-publikationerna än i övriga urval. Med motsvarande resonemang får förhållandevisa nymodigheter som molnet och cyberfysiska system, vilka också kanske betraktas som mer perifera säkerhetsmässigt, mindre utrymme än i andra urval.

4.7.2 Jämförelse med den svenska inventeringen

I rapporten som inventerade svensk forskning togs delområden också fram utgående från relevanta forskningsartiklar. Det ligger därför nära till hands att jämföra delområdena från inventeringen i denna internationella rapport med den svenska inventeringen.

Det bör dock först observeras att det finns ett antal faktorer som gör att en sådan jämförelse inte nödvändigtvis blir rättvisande:

- Den internationella inventeringen ska täcka in betydligt mer forskning som samtidigt ska vara klassificerad i en hanterbar mängd delområden. Därför kan enskilda organisationers egenheter inte uttryckligen märkas i delområdenas benämningar, även om de passar väl in som en del av delområdenas innehåll. En jämförelse mellan beskrivningen av delområdena i denna rapport och de benämningar av delområdena som identifierades i den svenska inventeringen återfinns i Bilaga 3.
- Det bör också observeras att kategoriseringen i denna rapport inte beaktar nyckelord som bara omnämnts en enstaka gång och att artikelurvalen varit mer begränsade till de med mer påverkan (mätt via antalet citeringar). Med andra ord har svensk forsknings specialiseringar inte uttryckligen någon motsvarighet bland denna rapport's delområden, på grund av att de svenska specialiseringarna försvinner i mängden bland alla andra länders specialiseringar. Det är dock möjligt att viss svensk forskning faktiskt är unik, men någon sådan slutsats kan inte dras från analysen här.

Med dessa begränsande analysmässiga faktorer i beaktande, kan skillnader mellan innehållet i delområdena i denna rapport's internationella inventering och den svenska inventeringen redogöras för:

- De ganska avgränsade domänerna elektronisk röstning, fordon, hälsa, industri och militär, som verkar prägla de svenska organisationerna, återfinns inte i denna rapport.
- Positionsinformation, lägesuppfattning och virtualisering syns inte i denna rapport men var mindre delområden i den svenska inventeringen.
- Hårdvara är ett nytt delområde i denna rapport. Hårdvarunära aspekter var dock en kategori för flera delområden i den svenska inventeringen.

4.8 Utlysningar

I detta avsnitt jämförs de identifierade delområdena med de områden som utlysningar av forskningsmedel täcker in, som är ett av flera olika sätt att finansiera forskning. Det följande avsnittet beskriver de finansiärer som står

bakom de analyserade utlysningarna, varefter utlysningarna ställs mot forskningsartiklarnas delområden.

4.8.1 Finansierare

De forskningsfinansierare som undersöktes var bland de större offentliga sådana i Sverige, i Europa på multilateral nivå samt i USA. Bland dessa finansierare hade följande utlysningar av relevans:

- Vinnova som är Sveriges innovationsmyndighet och har en budget på 3 miljarder kronor om året. Vinnova verkar främst genom att ge bidrag till innovationsprojekt och forskning (Vinnova, 2018).
- Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) som finansierar forskning med 600 miljoner kronor om året (SSF, 2018).
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som bland annat finansierar forskning med 115 miljoner kronor per år (MSB, 2017).
- EU:s forskningsprogram Horisont 2020 (H2020) (EU-kommissionen, 2018a) som för den del som löper 2018–2020 har en budget på motsvarande 28 miljarder kronor inom informations- och kommunikationsteknologi (EU-kommissionen, 2018b).
- Amerikanska försvarsdepartementets Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa) som har en budget på motsvarande 27 miljarder kronor för forskning inom teknik och nationell säkerhet (Darpa, 2018).
- Amerikanska inrikesdepartementets Department of Homeland Security (DHS) som för 2019 har en budget för finansiering av cybersäkerhetsforskning på motsvarande över 350 miljoner kronor (DHS, 2018). DHS har ett samarbete om forskning med MSB (MSB, 2017).

4.8.2 Utlysningarna och delområdena

Tabell 19 redovisar vilka delområden som utlysningarna från respektive finansierare täcker in. Det bör nämnas att en utlysning ofta berör flera delområden samtidigt. Exempelvis har Darpa en utlysning där sakernas internet är tänkt att användas som ett trådlöst sensornätverk för att mäta hårdvaras oavsiktliga utstrålning och diagnosticera säkerhetsmässiga avvikelser genom denna. Utlysningarna är också ibland mer specifika än delområdena, på så vis att utlysningarna rör specifika domäner eller system.

Det kan noteras att samtliga finansierare har utlysningar om cyberfysiska system men ingen om varken biometri eller intrångsdetektering. Vidare har bara DHS

med personlig integritet trots att det är ett av de mest frekvent förekommande delområdena bland artiklarna.

Tabell 19 – utlysningar från sex olika forskningsfinansiärer och vilka delområden som matchas (●).

Delområde	Utlisning					
	Vinnova 8	SSF 9	MSB 10	H2020 11	Darpa 12	DHS 13
Kryptografi				●	●	●
Cyberfysiska system	●	●	●	●	●	●
Personlig integritet						●
Molnet	●	●			●	
Åtkomstkontroll				●		●
Administrativ säkerhet			●	●	●	●
Biometri						
Intrångsdetektering						
Skadlig kod och mjukvara					●	●
Artificiell intelligens					●	
Hårdvara					●	
Nätverk		●			●	●
Forensik och brott				●		●
Mobilt		●		●		●

⁸ <https://www.vinnova.se/sok-finansiering/hitta-finansiering/>

⁹ <https://strategiska.se/forskning/pagaende-forskning/cyber-security-2017/>

¹⁰ <https://www.msb.se/sv/Kunskapsbank/Forskningsresultat/Informationssakerhet/>

¹¹ <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/index.html>

¹² <https://www.darpa.mil/our-research?ppl=viewall&tFilter=15>

¹³ <https://www.dhs.gov/science-and-technology/csd-projects>

5 Slutsatser

I nästa avsnitt besvaras forskningsfrågorna en och en, varefter det följer ett avsnitt om intressenters specifika behov. Rapporten avslutas med ett framåtblickande avsnitt.

5.1 Forskningsfrågorna

De sex forskningsfrågorna från inledningen besvaras här i tur och ordning.

5.1.1 Vad forskas det mest om?

Analysen visar att vad det forskas om kan delas in i ett antal delområden, vilka återges här i storleksordning, med det delområde det forskas mest om först: kryptografi, cyberfysiska system, personlig integritet, molnet, åtkomstkontroll, administrativ säkerhet, biometri, intrångsdetektering, skadlig kod och mjukvara, artificiell intelligens, hårdvara, nätverk, forensik och brott samt mobilt.

Detta baseras dock på en förhållandevis smal definition av forskning i form av vad som publicerats i form av forskningsartiklar i forskningspublikationer. Dessutom skiljer det en del i vilka delområden som är störst beroende på de olika urval av forskningsartiklarna som gjorts. Dessa skillnader kan bero på att urvalen speglar olika delar av forskningen. De mest citerade artiklarna kan motsvara särskilt viktiga framsteg som gjorts; de högst rankade publikationerna kan utgöra forum för djupt men långsamt tänkande; och genomgångar kan innebära sammanställningar av särskilt mogna delar av forskningen.

5.1.2 Vilka skillnader finns mot svensk forskning?

Det är svårt att göra en rättvisande jämförelse med svensk forskning enligt den svenska inventering som tidigare gjorts, eftersom det inte finns plats för lika många detaljer för varje nation här. Därför kan det vara svårt att veta om svensk forskning har några verkligt unika drag, men det går i alla fall att observera vissa skillnader från medelvärdet för alla nationer:

- De ganska avgränsade domänerna elektronisk röstning, fordon, hälsa, industri och militär, som verkar präglade just de svenska organisationerna, lyser inte igenom i en internationell helhet.
- Positionsinformation, lägesuppfattning och virtualisering syns inte internationellt men var trots allt mindre delområden i den svenska inventeringen.

- Hårdvara är ett nytt delområde i denna rapport. Hårdvarunära aspekter var dock en kategori för flera delområden i den svenska inventeringen.

5.1.3 Vilka organisationer forskar mest?

Beroende på urval varierar det vilka organisationer som skrivit flest artiklar och enbart sju organisationer återkommer i två urval (ingen i alla tre): King Saud University (Saudiarabien), Nanjing University of Information Science and Technology, Xidian University, Chinese Academy of Sciences och State Key Laboratory of Information Security (samtliga Kina), Technische Universität Darmstadt (Tyskland), CNRS Centre National de la Recherche Scientifique (Frankrike).

Även när organisationer som bara syns i ett urval inkluderas syns bara två företag: IBM och Microsoft. Avsaknaden av många namnkunniga brittiska och amerikanska universitet och högskolor kan noteras. Det finns alltså ingen tydlig koppling mellan att ligga i framkant vad gäller forskningen på området och att vara ryktbar som organisation.

5.1.4 Vilka länder forskar mest totalt och jämfört med förbrukade medel?

Elva länder syns för samtliga tre urval. USA, Kina och Indien är, med tanke på deras stora folkmängder, föga förvånande med bland dessa länder. Även Storbritannien, Kanada och Australien – som kanske kan dra nytta av att de har engelska som modersmål – syns här. Det gör även Italien, Sydkorea, Tyskland, Frankrike och Grekland. Sverige ligger runt plats 20 i världen för samtliga urval.

Viktas ländernas artiklar mot deras (inhemska) förbrukning¹⁴ för forskning och utveckling ser situationen ganska annorlunda ut. Storbritannien, Australien och Grekland återkommer dock här som effektiva artikelskrivare som ligger i topp för samtliga tre urval. Även Finland och Portugal kan sälla sig till de effektivaste för alla urval. Några länder syns som bland de effektivaste för två av tre urval: Singapore, Slovenien, Spanien och Luxemburg. Sverige syns som särskilt effektiv artikelskrivare för urvalet genomgångar (eng. reviews). Det bör dock noteras att det för viktningarna är förbrukningar som rör all forskning och utveckling – det vill säga även andra typer av forskning och utveckling än enbart sådant som mynnar ut i artikelskrivande samt även inom andra forskningsområden än cybersäkerhet.

¹⁴ Analysen för ett visst land inkluderar de pengar som förbrukas för forskning och utveckling inom landet, oavsett vem som ligger bakom investeringen. Ett land som investerar i andra länders forskning och utveckling syns däremot inte i analysen. Sådana (hypotetiska) länder kan förstås spela en central roll som internationella forskningsfinansiärer.

5.1.5 Vilka länder forskar lite jämfört med förbrukade medel?

Bland de länder som forskar minst jämfört med sin förbrukning inom forskning och utveckling återkommer Ryssland och Japan för samtliga tre urval. Taiwan gör dem sällskap för två av urvalen. Det är svårt att säga varför just dessa platser verkar vara ineffektiva artikelskrivare och det framstår inte troligt att de har ett särskilt lågt fokus på cybersäkerhet jämfört med övriga länder och regioner. Kanske de dock föredrar att skriva artiklar på respektive inhemskt språk istället för engelska, vilket skulle göra att deras forskningsartiklar inte syns i denna inventering. Observera också att denna analys delvis baseras på OECD:s data vilket gör att data enbart finns om 42 av världens länder, i huvudsak OECD-länderna.

5.1.6 Vilka publikationer är mest framstående?

De tio högst rankade publikationerna med cybersäkerhetsfokus publicerar tillsammans ungefär två nya forskningsartiklar per dag. Med andra ord är det möjligt att hålla sig à jour med den främsta forskningen på området som helhet. Dock publiceras en stor mängd artiklar i publikationer som inte har cybersäkerhet som största fokus. Förmodligen är en anledning till detta just det relativt låga antalet publikationer avsedda just för cybersäkerhetsartiklar, vilket ger ett begränsat utrymme för forskare att bli publicerade i sådana specialistpublikationer. Hälften av publikationerna som inkluderades i de olika urvalen är mer allmänna publikationer med mindre fokus på cybersäkerhet. Av de publikationer som ligger i topp för urvalen finns fem publikationer – samtliga tidskrifter – som återkommer i två urval (men ingen i alla tre).

5.2 Framtida arbete

För att följa utvecklingen av forskningsområdet vore det lämpligt att varje eller vartannat år göra liknande inventeringar som den som presenteras i denna rapport. På så vis kan trender identifieras och nyheter snabbt uppfattas. Det gäller dock att upprepa metoden systematiskt för att inte varje inventering ska få särdrag som inte kommer av forskningen, vilket skulle försvåra jämförelser mellan inventeringarna. Det är till exempel svårt att bygga en enhetlig taxonomi för hela området, särskilt om taxonomin ska gälla mellan urval och år. Avvägning måste förmodligen göras mellan att behålla en tidigare inventerings metod och att öka automatiseringen för att kunna bemöta det allt växande forskningsområdet. Att mäta delområdenas mognad vore därför också nyttigt.

Andra typer av ansatser behöver förmodligen komplettera inventeringarna för att kunna svara på frågor om varför det ser ut som det gör och för att kunna förutsäga hur olika ageranden kan påverka. Exempelvis vore det nyttigt att bättre förstå varför de högst rankade tidskrifterna fokuserar på just den forskning de gör

samt vilka faktorer som gör det lättare att omvandla tillgängliga medel i producerade forskningsartiklar. Det går också att närmare studera specifika länders val och inriktningar för forskning samt bredare forskningsfinansiärers roller. Samtidigt måste det inses att forskningsområden inte låter sig begränsas av strikta ramar utan ständigt är i rörelse och kommunicerar med andra forskningsområden. En inventering av ett forskningsområde är trots allt bara en ögonblicksbild.

6 Referenser

Referenserna har delats upp i tre delar. Först kommer de allmänna referenserna, därefter referenser till publikationsurvalets tio mest citerade artiklar från avsnitt 4.3.5 och till slut finansierarna från avsnitt 4.8.1.

6.1 Allmänna referenser

Agarwal, A. et al. Bibliometrics: tracking research impact by selecting the appropriate metrics, invited review, Asian Journal of Andrology, 2016.

Conroy, G. 2018 Annual Tables: Ten institutions that dominated science, 2018. <https://www.natureindex.com/news-blog/twenty-eighteen-annual-tables-ten-institutions-that-dominated-sciences>

Försvarsmakten. Inriktning av Försvarsmaktens plan för forskning och teknikutveckling, FM2016-23660:3, 2018.

Huggett, S., Changes to SNIP & SJR metrics, Elsevier, 2013. <https://www.elsevier.com/editors-update/story/journal-metrics/changes-to-snip-And-sjr-metrics>

Kallberg, J. et al. Towards Cyber Operations, The New Role of Academic Cyber Security Research and Education, ISI, Washington, D.C., USA, 2012.

Karlzén, H. et al. Operationer i cyberdomänen, En inventering av svensk forskning, FOI-R--4594--SE, 2018.

McKinsey, With Visual DoD, you can accurately estimate budgets and forecast demand, 2017. <https://www.mckinsey.com/solutions/visualdod>

OECD, Frascati Manual, OECD Publishing, 2015. https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/frascati-manual-2015_9789264239012-en

OECD, Gross domestic spending on R&D, 2018a. <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>

OECD, Researchers, 2018b. <https://data.oecd.org/rd/researchers.htm>

OECD, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, Paris, 2014. <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=61207>

von Sydow, B. et al. Forskning och utveckling på försvarsområdet, Betänkande av Försvarsforskningsutredningen, Statens offentliga utredningar, SOU 2016:90, 2016.

6.2 Topp-publikationernas tio mest citerade artiklar

Crossler, R.E. et al. Future directions for behavioral information security research, *Computers & Security*, vol. 32, 2013.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167404812001460>

Fernandes, D.A.B. et al. Security issues in cloud environments: a survey. *Int. J. Inf. Secur.* (2014) 13:113. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10207-013-0208-7>

Frank, M. et al. Touchalytics: On the Applicability of Touchscreen Input as a Behavioral Biometric for Continuous Authentication, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 8:1, 2013.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/6331527/>

Fu, Z. et al. Toward Efficient Multi-Keyword Fuzzy Search Over Encrypted Outsourced Data With Accuracy Improvement, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 11:12, 2016.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7524700/>

Hashizume, K. et al. An analysis of security issues for cloud computing, *J Internet Serv Appl*, vol. 4:5, 2013.
<https://link.springer.com/article/10.1186/1869-0238-4-5>

Li, J. et al. Segmentation-Based Image Copy-Move Forgery Detection Scheme, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 10:3, 2015.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/6987281/>

Ma, K. et al. Reversible Data Hiding in Encrypted Images by Reserving Room Before Encryption, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 8:3, 2013. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6470679/>

Shin, S. et al. AVANT-GUARD: scalable and vigilant switch flow management in software-defined networks, *CCS '13 Proceedings of the 2013 ACM SIGSAC conference on Computer & communications security*, 2013.
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2516684>

Xia, Z. et al. A Privacy-Preserving and Copy-Deterrence Content-Based Image Retrieval Scheme in Cloud Computing, *Journal IEEE Transactions on Information Forensics and Security archive*, vol. 11:11, 2016.
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3026797.3026806>

Zhang, Y. et al. Vetting undesirable behaviors in android apps with permission use analysis, *CCS '13 Proceedings of the 2013 ACM SIGSAC conference on Computer & communications security*, 2013.
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2516689>

6.3 Finansiärerna

Defense Advanced Research Projects Agency, Darpa, Budget, 2018.

<https://www.darpa.mil/about-us/budget>

Department of Homeland Security, DHS, FY 2019 Budget in Brief, 2018.

<https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/DHS%20BIB%202019.pdf>

EU-kommissionen, Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020, Information and Communication Technologies, 2018b.

http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-leit-ict_en.pdf

EU-kommissionen, What is Horizon 2020?, 2018a.

<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, Forskning planeras för ett säkrare samhälle MSB:s forskningsplan 2018, 2017.

<https://www.msb.se/Upload/Om%20MSB/Forskning/Forskningsplan/Forskningsplan%202018.pdf?epslanguage=sv>

Stiftelsen för Strategisk Forskning, SSF, Om SSF, 2018.

<https://strategiska.se/om-ssf/>

Vinnova, Därför finns Vinnova, 2018. <https://www.vinnova.se/om-oss/sveriges-innovationsmyndighet/om-vinnova/>

Bilaga 1 – Söksträngen

Den slutliga söksträngen bestod av engelska söktermer baserade på Tabell 20. Varje träff måste antingen matcha någon av termerna i första kolumnen (som rör både cyber och säkerhet samtidigt), alternativt någon av termerna i andra kolumnen (som rör cyber) och samtidigt någon av termerna i tredje kolumnen (som rör säkerhet). * betecknar att det följer ett godtyckligt antal godtyckliga bokstäver, det vill säga söktermen anonym* hittar allt som inleds med anonym som till exempel anonymitet, anonyma och anonymisering.

Tabell 20 – söktermerna.

Söktermer som rör cyber och säkerhet	Söktermer som rör cyber	Söktermer som rör säkerhet
information security	artificial intelligence	anomaly detection
biometrics	cloud	anonym*
computer crime	computer	antagonist
computer network attack	cyber*	attack*
computer network defen*	cyber-physical	audit
computer network exploitation	database	authentication
computer network operations	embedded	availability
crypto*	internet	certif*
malware	internet of things	confidentiality
password	IoT	critical infrastructure
software security	programming	defen*
spyware	SCADA	denial of service
trusted platform	smart grids	exploit
	software	forensics
	wireless	incident
	virtual*	integrity

Söktermer som rör cyber och säkerhet	Söktermer som rör cyber	Söktermer som rör säkerhet
		intrusion
		legal
		logging
		logs
		malicious
		military
		offen*
		pre-emptive
		preventive
		privacy
		proactive
		reverse engineering
		risk analysis
		risk management
		secre*
		secur*
		situation awareness
		situation picture
		situational awareness
		situational picture
		social engineering
		tamper
		threat
		trust
		vulnerab*

Vidare inkluderades

- bara artiklar inom något av ämnena datavetenskap, ingenjörsvetenskap, matematik, samhällsvetenskap, företagsekonomi, energi, beslutsteori, ekonomi, psykologi eller multidisciplinärt
- inte artiklar som även är inom något av ämnena medicin, biokemi, materialvetenskap eller miljövetenskap
- bara artiklar publicerade 2013–2018 eller som accepterats för publicering 2018–2019.

Den slutliga söksträngen i sin helhet såg därmed ut som följer:

TITLE-ABS-KEY("information security" OR malware OR biometrics OR "computer crime" OR "computer network attack" OR "computer network defen*" OR "computer network exploitation" OR "computer network operations" OR crypto* OR password OR "software security" OR spyware OR "trusted platform") OR (TITLE-ABS-KEY("artificial intelligence" OR cloud OR computer OR cyber* OR cyber-physical OR database OR embedded OR internet OR "internet of things" OR IoT OR programming OR SCADA OR "smart grids" OR software OR wireless OR virtual*) AND TITLE-ABS-KEY("anomaly detection" OR anonym* OR antagonist OR attack* OR authentication OR availability OR certif* OR confidentiality OR "critical infrastructure" OR defen* OR "denial of service" OR exploit OR forensics OR incident OR integrity OR intrusion OR legal OR logging OR logs OR malicious OR military OR offen* OR pre-emptive OR preventive OR privacy OR proactive OR "reverse engineering" OR "risk analysis" OR "risk management" OR secre* OR secur* OR "situation awareness" OR "situation picture" OR "situational awareness" OR "situational picture" OR "social engineering" OR tamper OR threat OR trust OR vulnerab*)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"COMP ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"ENGI ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"MATH ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"SOCI ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"BUSI ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"ENER ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"DECI ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"ECON ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"PSYC ") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"MULT ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"MEDI ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"BIOC ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"MATE ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"ENVI ")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2013))

Bilaga 2 – Cybersäkerhetsrelaterade publikationer

Tabell 21 redovisar samtliga identifierade publikationer inom cybersäkerhetsområdet, i rankingsordning med den högst rankade först.

Tabell 21 – samtliga publikationer med cybersäkerhetsfokus.

Samtliga cybersäkerhetsrelaterade publikationer
IEEE Transactions on Information Forensics and Security
ACM Conf on Comp and Comm Security
ACM Transactions on Information and System Security
Computers and Security
International Journal of Information Security
International Journal of Critical Infrastructure Protection
International Journal of Applied Cryptography
Journal of Internet Services and Applications
Iet Biometrics
Journal of Cryptographic Engineering
Transactions on Data Privacy
IET Information Security
Journal of Information Security and Applications
Eurasip Journal on Information Security
Designs, Codes, and Cryptography
IEEE Security and Privacy
Journal of Cryptology
Cryptography and Communications
International Journal of Communication Networks and Information Security
Information and Computer Security
Journal of Mathematical Cryptology

Samtliga cybersäkerhetsrelaterade publikationer
Journal of Computer Security
Journal of Computer Virology and Hacking Techniques
Security and Communication Networks
Computer Law and Security Review
International Journal of Security and Networks
Information Security Journal
Computer Fraud and Security
International Journal of Internet Technology and Secured Transactions
International Journal of Digital Crime and Forensics
Journal of Cyber Security and Mobility
International Journal of Biometrics
Groups, Complexity, Cryptology
International Journal of Information and Computer Security
International Journal of Electronic Security and Digital Forensics
International Journal of Information Security and Privacy

Bilaga 3 – Delområdesbenämningarna

Som avsnitt 4.7.2 redogjorde för, finns det vissa skillnader mellan innehållet i delområdena mellan denna rapporters internationella inventering och den svenska inventeringen. Dessa skillnader återges kortfattat här:

- De ganska avgränsade domänerna elektronisk röstning, fordon, hälsa, industri och militär, som verkar präglade de svenska organisationerna, återfinns inte i denna rapport.
- Positionsinformation, lägesuppfattning och virtualisering syns inte i denna rapport men var mindre delområden i den svenska inventeringen.
- Hårdvara är ett nytt delområde i denna rapport. Hårdvarunära aspekter var dock en kategori för flera delområden i den svenska inventeringen.

Förutom dessa skillnader i innehåll finns också skillnader i struktur och benämning mellan inventeringarna:

- I den svenska inventeringen byggdes delområdena upp baserat på varje organisations artiklar. Det innebar att om en organisation till exempel konsekvent använde begreppet inbyggda system i sina artiklar, medan en annan organisation använde begreppet cyberfysiska system och en tredje organisation använde resursbegränsade enheter, gav varje organisation upphov till ett eget delområde. I den här rapporten har sådana närliggande nyckelord istället lagts ihop till ett (benämnt cyberfysiska system) där även de närliggande sakernas internet, trådlösa sensornätverk samt domänen safety¹⁵ inkluderas.
- Diverse angrepp har inget eget delområde i denna rapport men angrepp som rör beteendemässiga egenskaper ingår i administrativ säkerhet vilket även riskbedömningar för angrepp gör.
- Sociala nätverk är i denna rapport en del av delområdet personlig integritet, eftersom det främst är på det planet de säkerhetsmässiga frågorna uppstår rörande sociala nätverk och det inte fanns anledning att ha ett helt eget delområde för sociala nätverk.
- Forskning om träning och utbildning ingår i denna rapport i delområdet administrativ säkerhet.
- Överbelastningsangrepp ingår i denna rapport i delområdet nätverk eftersom det normalt är via nätverk sådana angrepp sker.

¹⁵ Domänen *safety* inkluderar i den svenska inventeringen sådant som visserligen rör antagonistiska hot men existerar inom en domän som i stor utsträckning präglas av icke-antagonistiska faror.

- Anomalidetektering är i denna rapport en del av delområdet intrångsdetektering eftersom det är där tekniken vanligen används, även om det också skulle kunna vara en del av delområdet artificiell intelligens.
- Tillit ingår i denna rapport i åtkomstkontroll.
- Skadlig kod och mjukvara har lagts ihop till ett delområde i denna rapport.
- Regelefterlevnad, risk, nätfiske, kultur och cybermobbing är i denna rapport alla en del av delområdet administrativ säkerhet.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se