

DEN RYSKA MILITÄRTEKNISKA RESURSBASEN

Rysk forskning, kritiska teknologier och vapensystem

(RUSSIAN MILITARY-TECHNOLOGICAL CAPACITY

Russian R&D, Critical Technologies and Weapons Systems)

Jan Leijonhielm (projektledare), Jenny Clevström, Per-Olov Nilsson,

Wilhelm Unge



DEN RYSKA MILITÄRTEKNISKA RESURSBASEN

Rysk forskning, kritiska teknologier och vapensystem

Jan Leijonhielm (projektledare), Jenny Clevström, Per-Olov Nilsson,

Wilhelm Unge

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut – FOI	Rapportnummer, ISRN FOI–R–0618—SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde Försvars– och säkerhetspolitik	
	Månad, år Oktober 2002	Projektnummer A 1101
	Verksamhetsgren Forskning för regeringens behov	
	Delområde 11	
Författare/redaktör Jan Leijonhielm (projektledare) Jenny Clevström Per- Olov Nilsson Wilhelm Unge	Projektledare Jan Leijonhielm	
	Godkänd av Jan Foghelin	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarsdepartementet	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Wilhelm Unge	
Rapportens titel Den ryska militärtekniska resursbasen – Rysk forskning, kritiska teknologier och vapensystem		
Sammanfattning (högst 200 ord) Studien avser att ge bred bild av rysk FoU och forskningens villkor i dagens Ryssland. Ett ytterligare syfte har varit att jämföra rysk, amerikansk och svensk syn på ryska kritiska teknologier och vapensystem. I detta syfte behandlas i inledningsvis i kapitel 2 den civila forskningens organisation, forskarnas villkor samt finansieringen av rysk FoU. Kapitel 3 behandlar bakgrunden till dagens situation i perspektiv av det sovjetiska arvet och underrättelseinhämtnings roll samt redogör för läget inom det militärindustriella komplexet och den militära forskningen. Efter att ha redogjort för det allmänna tillståndet inom några försvarsindustribranscher, genomförs först en jämförande analys av amerikansk och rysk syn på kritiska teknologier samt därefter en av den svenska och ryska synen på ryska vapensystem, detta för att kongruent material saknats för att göra en fullständig jämförelse mellan alla de nämnda länderna och områdena. För att ytterligare belysa några av de faktorer som formar FoU–politiken, beskrivs det ryska Säkerhetskonceptets och Militärdoktrinen syn på teknologier och system samt Programmet för nationell teknologisk bas. Det utländska bidraget är en annan faktor som medverkat till rysk FoU:s överlevnad och som därför granskas i studiens kapitel 4. I kapitel 5, som utgör slutsatskapitel, görs därefter en jämförande analys mellan de ovan nämnda ländernas syn på ledtider, forskning, kritiska teknologier och vapensystem. I en omfattande bilagedel ges ytterligare teknisk information kring vapensystem, kritiska teknologier och utländskt bistånd. Hela studien sammanfattas i en längre executive summary på engelska.		
Nyckelord Ryssland, forskning och utveckling, civil FoU, militär FoU, FoT, underrättelseinhämtning, militärindustri, försvarsindustri, kritiska teknologier, vapensystem, säkerhetskoncept, militärdoktrin, ledtider		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska, med en engelsk sammanfattning	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: s.148	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency	Report number, ISRN FOI-R—0618--SE	Report type User report
	Research area code Defence and Security Policy	
	Month year October 2002	Project no. A 1101
	Customers code Research for the Government	
	Sub area code 11	
Author/s (editor/s) Jan Leijonhielm (project manager) Jenny Clevström Per –Olov Nilsson Wilhelm Unge	Project manager Jan Leijonhielm	
	Approved by Jan Foghelin	
	Sponsoring agency Ministry of Defence	
	Scientifically and technically responsible Wilhelm Unge	
Report title (In translation) Russian Military-Technological Capacity – Russian R&D, Critical Technologies and Weapons Systems		
Abstract (not more than 200 words) The purpose of the study is to give a comprehensive view of Russian R&D and the conditions under which it exists today. A further ambition has been to compare Russian, American and Swedish views of Russian critical technologies and weapons systems. Thus the civilian R&D, the conditions for the researchers and the financing of the Russian R&D are described in chapter 2. In chapter 3 the Soviet heritage and the role of intelligence are treated together with a description of the present situation in the military industrial complex (MIC) and military R&D. After a look at the general situation in some sectors of the MIC, a comparison between the American and the Russian views of Russia's capacity as regards critical technologies is carried out, which in turn is followed by a similar comparison between the Swedish and the Russian views of Russian weapons systems. This model was necessitated by the lack of congruous sources for a comparison of all concerned countries and areas. To further illuminate some of the factors which form Russian R&D, the roles of the Russian Security Concept and Military Doctrine are analysed, as is the Programme for the National Technological Base. Finally, the crucial support to Russian R&D from abroad is scrutinised. In chapter 5 conclusions are drawn from the above mentioned factors in a lead time context. A comprehensive appendix gives further information concerning technical details of certain weapons systems, critical technologies and foreign support. The whole study is summarized in an executive summary in English at the beginning of the study.		
Keywords Russia, research and development, R&D, civilian R&D, military R&D, intelligence collection, military industry, defence industry, critical technologies, weapons systems, security concept, military doctrine, lead times		
Further bibliographic information	Language Swedish, with a summary in English	
ISSN 1650-1942	Pages p. 148	
Price acc. to pricelist		

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

EXECUTIVE SUMMARY	7
1 INLEDNING.....	19
1.1 BAKGRUND	19
1.2 RAPPORTENS SYFTE OCH UPPLÄGGNING	20
1.3 KÄLLOR.....	21
1.4 LÄSANVISNINGAR	21
1.5 AVGRÄNSNINGAR	21
2 DET ALLMÄNNA TILLSTÅNDET INOM DEN RYSKA FORSKNINGEN.....	23
2.1 INLEDNING	24
2.2 DAGSLÄGET I DET RYSKA FoU-SYSTEMET	25
2.2.1 Organisation i stort.....	25
2.2.2 Situationen för forskarna i stort.....	30
2.2.3 Finansiering av civil och militär FoU	33
3 RYSK MILITÄR FORSKNING, KRITISKA TEKNOLOGIER OCH VAPENSYSTEM	39
3.1 DET SOVJETISKA ARVET.....	39
3.1.1 Den sovjetiska FoU-strukturen	39
3.1.2 Sovjetisk underrättelseinhämtning avseende forskning och teknik.....	43
3.2 VAD ÄR DET MILITÄR-INDUSTRIELLA KOMPLEXET?	48
3.3 DEN MILITÄRA FoU-STRUKTUREN IDAG.....	50
3.3.1 Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet – Minpromnauka.....	51
3.3.2 Försvarsindustrins fem branschmyndigheter.....	52
3.3.3 Andra instanser som påverkar försvarsindustri- och forskningspolitiken.....	54
3.4 ALLMÄNT OM SITUATIONEN INOM NÅGRA FÖRSVARSDIVISIONER.....	55
3.5 SYNEN PÅ RYSKA KRITISKA TEKNOLOGIER	67
3.5.1 Den amerikanska synen	67
3.5.2 Den ryska synen	74
3.6 SYNEN PÅ RYSKA VAPENSYSTEM.....	80
3.6.1 Den svenska synen	80
3.6.2 Den ryska synen	88
3.7 SÄKERHETSKONCEPTETS OCH MILITÄRDOKTRINENS SYN PÅ TEKNOLOGIER OCH SYSTEM.....	93
3.8 PROGRAMMET FÖR NATIONELL TEKNOLOGISK BAS	99
4 UTLÄNDSKT STÖD TILL RYSK FOU.....	103
5 JÄMFÖRANDE ANALYS AV DEN SVENSKA, RYSKA OCH AMERIKANSKA SYNEN PÅ FORSKNING, KRITISKA TEKNOLOGIER OCH VAPENSYSTEM	109
BILAGA A. VAPENSYSTEMTEKNOLOGIER.....	119
BILAGA B. INDUSTRI-, VETENSKAPS- OCH TEKNOLOGIMINISTERIET	131
BILAGA C. KRITISKA TEKNOLOGIER.....	135
BILAGA D. INTERNATIONELLT STÖD TILL RYSK FOU	143

EXECUTIVE SUMMARY

Summary and Conclusions

With the collapse of the Soviet Union, the nine powerful industrial ministries making up the superstructure of the military-industrial complex (MIC) dissolved. The only survivor was the Ministry for Atomic Energy (Minatom). Since 1991, the MIC has lacked a consistent leadership. The Ministry of Industry, the Committee for Defence Industry, the Ministry of Defence Industry, the Ministry of Defence and the Ministry of Economics have all been in charge of the MIC or parts of it during different periods throughout the 1990s.

In the year 2000, the Ministry of Industry, Science and Technology (Minpromnauka) was formed and has the overall responsibility for civilian and military R&D. Minpromnauka is responsible for forming and executing a coherent federal science, technology and innovation policy. The ministry is also responsible for establishing priorities for technical and scientific development including the listing of critical technologies on the federal level. Together with other relevant federal bodies, Minpromnauka is to execute a coherent state policy for restructuring and developing the MIC. Among the important policy-forming and -executing federal bodies are the Interdepartmental Commission on Military-Industrial Security of the Russian Security Council, the Ministry of Defence and the five military-industrial branch agencies.

There are many possible definitions of the MIC. Depending on which definition one adheres to the number of companies and their identity shift. In the current study, we have adopted an organizational definition whereby the MIC is defined as the companies that are subordinated directly to Minpromnauka and the five branch agencies (Russian Aerospace Agency, Russian Agency for Ammunition, Russian Agency for Conventional Weapons, Russian Agency for Control Systems and Russian Agency for Shipbuilding) formed in 1999.

Not included in this definition are: Minatom, institutes and organizations engaged in biological and chemical weapons and protection, companies and R&D organizations subordinated to the Ministry of Defence. Russian technology capacity as regards nuclear, biological and chemical weapons is, however, treated in the report, although not at length.

According to the chosen definition, the MIC consisted of 1 631 companies and organizations in 2002. Roughly one third of them, some 570, were engaged in R&D and about another 130 belong to the category scientific-production complexes (NPO). 2-3 million people were employed in the MIC, of which some 450 000 to 700 000 were engaged in R&D. 40 per cent of the companies were state-owned, 30 per cent had a state-owned share and another 30 per cent were completely privately owned. The number of companies engaged in R&D was considerably higher among the state-owned companies than the privately owned.

The size of military R&D financing is hard to estimate. The Russian military budget does not reveal any detailed items of expenditure. According to *The Military Balance* allocations for R&D in the military budget amounted to 5 billion USD in 2000 and 6 billion USD in 2001 – equaling roughly 12 per cent of the budget. This is probably an estimate towards the higher end. Using the generally internationally accepted PPP (Purchasing Power Parity) of 6.5-7.5 rubles per USD, the estimate lands at 2.2 and 3.1 billion USD respectively for the same years. It should be noted that the general self-financing level has gone up to some 80 per cent.

According to the official state military order (GOZ), some 40 per cent was allocated to R&D in 2001 and 2002. This would mean approximately 30 billion rubles or 4.3 billion USD using the same PPP as above.¹

In earlier plans a heavy emphasis was put on R&D for future weapon systems and upgrading existing ones, whereas procurement of new military equipment was to start in 2006-2007. In October 2001, the Russian Security Council decided to replace this approach by a step-by-step increase in procurement in order to preserve the production capabilities of the MIC. Hence, the R&D part of GOZ decreased from 41 per cent in 2001 to 37 per cent in 2002.

For the Russian R&D sector, the 1990s signified severe cuts in personnel and constant lack of financing in combination with repeated largely unsuccessful efforts at reform. In spite of this, the R&D society managed to maintain a larger part of the Soviet R&D capacity than was generally believed possible among western analysts at the beginning of the 1990s. This can be contributed to a large redundancy within the Soviet R&D system, cooperation and support from abroad plus weapons exports. There is, however, no doubt that R&D production decreased considerably. The Russian body of researchers constitutes 10 per cent of the world's researchers, but produces not more than about 1 per cent of all international high-tech products, as president Putin recently stated.

A general conclusion is that even technology areas of high priority are characterized by incremental development of established technologies. As to technologies, which are subject to a revolutionary rather than an evolutionary development, the lag behind the leading international research front is at best constant, but may even be growing. The lag is still larger in the areas of innovation and technological diffusion than in the areas of research, development and prototype production. These were also typical characteristics of the Soviet planned economy.

Up to 1997, the military production of the MIC continuously decreased. Between 1997 and 2000 the production increased by approximately 80 per cent and has subsequently continued to increase. In the year 2000, the military production was 17 per cent of the production in 1991. Most of the companies have huge financial debts, are suffering from severe under-investment and have an excessive production capacity. The general trend is that production lines have been mothballed in various degrees of readiness to resume production. According to one Russian source, only 12-13 per cent of the total production capacity was used in the year 2000.

Overall, three branches (space, aerospace and nuclear power) display a certain degree of economic viability despite the hardships of the 1990s. R&D is of front-line quality and these branches have the largest production and are the largest employers in the MIC. The most significant R&D decline is found in the radio, communications and electronics branches. The other branches (armaments, ammunition, shipbuilding) are in a constant muddle-through state.

Paradoxically, companies and industries with the least degree of privatisation have been better positioned than substantially privatised ones. State protection has been successful in supporting branches with competitive advantages and high prospects of international success. Aerospace and nuclear power are two examples of this.

¹ As a comparison, the Swedish telecommunications company Ericsson spent 4.5 billion USD on R&D in 2001.

Despite the unfavourable conditions of the 1990s, a small number of companies and organizations have produced first-class R&D. An interesting example of this is the first Russian supercomputer based on American microprocessors.

Russian Critical Technologies under Development and Weapons Systems Technologies

In 1996 the term ‘critical technologies on the federal level’ was coined for the first time in Russia. A key aspect was to consider which technologies have to be domestically developed in order for Russia to be able to compete with the industrially and technically well-developed countries. The second key aspect was to take into consideration the specifics of the Russian technology base and industry. Four areas of development were underlined as being of crucial importance: information technology and electronics, production technologies, new materials and chemical products, and technologies for living systems (biosciences).

With all likelihood, the work to list critical technologies served as the foundation for the Program for the National Technological Base 2002-2006. The program aims at concentrating resources on defence-related critical dual-use technologies and is to be financed outside the military budget. Technologies to be developed are technologies for new materials, micro- and opto-electronics, laser technology, radio electronics, computer and information systems technologies, nuclear technologies, industrial equipment, future propulsion systems, power- and energy-saving technologies, special chemicals and energetic materials, biotechnology and chemical technologies.

The basic idea behind the current study was to compare Russian, Swedish and American views on, or estimates of, Russian capacity regarding the development of critical technologies (R&D), weapons systems technologies (current technologies) and weapons systems. As the collection of material for the study proceeded, it became clear that it would be impossible to find congruous material of identical extent and level of detail. Instead, a general examination of Russian R&D was made. Swedish and Russian views/estimates on weapons systems were compared and American and Russian views on critical technologies analysed. The American Military Critical Technologies List (MCTL) is the most comprehensive and detailed material and its comparisons quantified. The Swedish and Russian material was of a more descriptive nature. It is also of importance to note that the Russian assessment of its own technology capacity was in line with the two foreign assessments presented in the study. Where not otherwise stated explicitly, the Swedish, Russian and American views agree.

The Swedish and American assessments agree that Russia has a more than sufficient technology capacity as far as *nuclear, biological and chemical weapons* are concerned (mark 4 on MCTL’s four-grade scale). The Russian assessment confirms this picture concerning nuclear weapons, but does not assess the latter two categories of weapons of mass destruction (WMD). The assessments also include *carriers* (tactical and intercontinental ballistic missiles, cruise missiles, aircraft and artillery) (mark 4 in all subareas).

Technologies for *navigation, positioning and time-measurement* as well as systems for *aircraft and vehicle control* are areas where Russia has a sufficient critical technology capacity as is also the case with *systems for high density conventional power, mobile electric platform power and pulsed & high power* (mark 3 or 4 in all subareas).

An area of current world-wide interest is *signature control*. In this area, according to MCTL, Russia has a sufficient technology capacity in all subareas (radar, laser, optical, infrared,

magnetic, acoustic and multispectral signature control including materials and structures, construction technology and software (mark 3 or 4 in all subareas). However, Swedish and Russian assessments indicate that there is a gap between research and technology, on the one hand, and what is being put into applications in weapons systems and military units, on the other hand. This is true for all forms of signature control except naval acoustic signature control, which is assessed as a strong systems field by many experts including American.

Russian technology capacity as regards *electronic warfare* (attack, protection and support) is sufficient, according to Swedish and American assessments, which also includes optical counter-measures and counter- counter-measures (mark 3 or 4 in all subareas). The Swedish view emphasizes the robustness of systems applications. Russian sources do not comment on electronic warfare.

Laser technology is a Russian field of excellence with more than sufficient technology capacity (mark 4). According to the American assessment, however, R&D efforts in the related field of optics is limited (optics, optical materials and processes, and opto-electronics).

Sensor technology is an area of vital importance to both platform and weapon systems performance and guidance. According to the American assessment Russia has some capacity to a sufficient technology capacity (mark 2-3 on a four-grade scale) in the different subareas (acoustic, electro-optical, radar, magnetic and gravitational sensors). Infrared sensors seems to be an area where there is a gap between research and technology and applications in systems. The night vision capabilities of weapons guidance systems and platforms as well as of soldiers are poor (as are all-weather vision capabilities). However, one subarea stands out positively, i.e. obscurants (4 of 4). Obscurants are materials designed to negate target acquisition and designation.

Materials technology is an area where Russia is assessed to have a sufficient technology capacity. This area includes armour, anti-armour, electrical, magnetic, optical, structural (mark 3 or 4 in all subareas) and special functions materials (mark 1). The only Russian technological weakness, according to MCTL, is the last subarea, which includes improved battle damage resistance, decreased maintenance, lubrication in hot environments, increased service life and flammability resistance.

In the area of *armaments and energetic materials technology* Russia is assessed to have a sufficient technology capacity with the exception of the weaker subarea of safing, arming, fuzing and firing. This technology area includes small, medium and large caliber projectiles, gun and artillery systems, high explosives and missile propellants, bombs, warheads, mines and demolition systems (mark 2 or 3 in all subareas).

Space and aerospace technologies are well-known to the general public as being fields of Russian technology excellence. Weaker subareas are man-machine-interaction, high temperature gas turbines and full authority digital engine control (mark 2). On-board electronics and computers on missiles and satellites are assessed as being on a sufficient level (mark 3). The development of these components has been driven by the demands of the nuclear war environment. The general assessment is that Russian aerospace technology is better regarding mechanics and aerodynamics (mark 4) than on-board avionics systems.

With the exception of marine signature control (mark 4), *naval technologies* are assessed as relatively weak (mark 2). Propulsive efficiency of surface as well as subsurface ships and

structural strength, endurance, range, navigational accuracy, sensor resolution and articulated manipulators of submersibles are subareas in which Russia has some technology capacity.

Within the *ground systems technology* area vehicle electronics are assessed as especially weak (mark 1), whereas propulsion systems (advanced diesel engines) is an area where Russian technology capacity is sufficient (mark 3).

An area where especially the USA has focused substantial efforts is *manufacturing and fabrication technology*. Russian capabilities in this area are assessed as 'some technology capacity' (mark 2).

Swedish, Russian and American estimates of Russian technology capacity in the areas of *electronics, microelectronics, nano-technology, computer and information technology* agree that these are traditional (Soviet) areas of weakness which Russia has inherited. Russian capabilities in these areas are assessed as 'limited or some technology capacity' (mark 1-2). However, substantial R&D efforts can be seen in these areas (mark 3-4).

To summarize, Russia has, on average,² a more than sufficient technology capacity as regards WMD. As far as conventional weapons systems technologies are concerned, Russia has a sufficient technology capacity regarding power and actuation systems for platforms and weapons, systems for navigation and positioning, systems for vehicle control, signature control, electronic warfare and directed energy weapons. Areas in which Russia has some technology capacity to a sufficient capacity are: sensors, materials technology, armaments and energetic materials, space and aerospace systems, naval systems, ground vehicle systems and production technologies, whereas Russia only has a limited capacity to some technology capacity in the areas of electronics, microelectronics, computer and information technology. It should, however, be noted that Russia makes substantial R&D efforts in these weaker areas of technology.

Russian Views on the Character of Future Conflicts

Considering the fact that the R&D of today is to be implemented on the future battlefield it is of importance to compare the picture of Russian R&D and technology capacity with the visions expressed in the central planning documents. Those are the National Security Concept 2000, the Military Doctrine 2000, the plans for restructuring the Armed Forces and the Armaments Program. These documents co-shape the military-industrial and R&D policy.

It is also essential to judge current R&D efforts through the prism of Russian perceptions of the character of future conflicts as expressed outside the above mentioned documents. Two important tendencies, according to the Russian view, are the increased importance of information technology and improved weapons systems characteristics.

According to the Russian military doctrine, future conflicts will be characterized by, among other things, a wide use of stand-off weapons, electronic warfare, increased information confrontation, efforts to disorganize state and military command and control systems, highly efficient high-precision weapons, massive air operations and the use of airborne forces. Technologies to support the development of such future forces and capabilities are thus of highest importance.

² Using an arithmetical mean value and not taking into account the fact that different subareas may have a different weighting when put into a context.

One of the most important conditions for success in future operations will be the ability to achieve and uphold information superiority over the enemy. Another important characteristic is the ability to achieve surprise during the initial period of conflict, a capability demanding sophisticated camouflage and deception technologies and techniques. The future battlefield will be dominated by ground and air/space operations.

Foreign Support of Russian R&D

Foreign support of Russian R&D can be divided into two main blocs: 1) Support to civilian R&D with the aim of supporting the construction of a new civilian society, foster democratic and western ideas, increase regional stability and save Russian fields of scientific excellence while at the same time benefiting from its achievements. 2) The support to military R&D has had a very pronounced threat reduction and non-proliferation perspective whereby conversion of military-industrial and research capacities to civilian use, furthering of a market economy and prevention of the spread of technologies, people or material related to WMD have been in focus. The US has focused on the threat reduction aspect, whereas the EU has concentrated its efforts to support civilian R&D.

The generally accepted assessment of this foreign support shows that the threat reduction and non-proliferation efforts have succeed to a large degree. The expressed fears at the beginning of the 1990s that Russian WMD scientists and technicians would emigrate in large numbers have not materialized. Nevertheless, rumours maintain that a few scientists have sold their services to states of concern. Generally, however, former Russian WMD scientists have been unwilling to leave Russia. The internal brain-drain has been much larger than the external. Nearly all of those who left Russia for a shorter or longer period went to the US or other western countries where the laboratories are well-equipped and financial resources available.

Soviet Dependence on Foreign Technology – Clandestine Collection of R&D/T

Based on the conviction of the necessity not to lag behind technologically Soviet leaders already in the 1920s identified western R&D and R&T as a priority intelligence goal. The Soviet Union built up the world's largest intelligence apparatus for overt and covert collection of R&D/T. This system was to be complementary to domestic industrial-technical capabilities. The Soviet dependence on western know-how is often ignored by academic scholars.

The KGB, the GRU, a secret department within the Russian Academy of Science (RAN) and the State Committee on Foreign Economic Relations (GKES) were the main collecting agencies. A highly successful collection together with a high degree of reversed engineering skill was an important factor in explaining why the Soviet Union could be a military superpower while at the same time displaying a set of social, economic and environmental characteristics resembling that of a third-world country.

Despite the fact that the Soviet Union had at its disposal the largest R&D/T and industrial espionage collection and dissemination system in combination with the world's largest cadre of scientists and technicians, it could not, in the end, keep up with the pace of technological development in the west. The main explanation is to be found in the structural deficiencies of the command economy.

On the one hand, expanded trade relations and joint ventures post 1991 presented the SVR with increased collection opportunities. On the other hand, the dissolution of the economic planning system, the general disorder in the MIC during the 1990s and the high pace of technological development has made it much more difficult for the MIC to make use of clandestinely collected R&D/T.

Outlook

Russian, American as well as Swedish estimates of Russian technological know-how indicate that Russia in an international perspective still maintains military R&D of high standards, while the situation is worse for civilian R&D. In some areas, Russian research must even be considered to be in the absolute forefront and, in other ones, right behind the leading nations. The inherited areas of weakness from the Soviet Union are, however, still present. One important example is the computer area, where Russian electronic and semi-conductor technologies are unable to stand up to the international commercial technologies. On the software side, Russian standards are usually of high class something that has generated a small but growing industry.

In terms of military capabilities and weapons systems, this means that Russia has a sufficient technological capacity to keep up with the development of high-tech weaponry in some areas, but not all. Especially the weaker technology areas of electronics and computer and information technology are an Achilles' heel in Russia's ambitions to achieve the visions in the military reform (for example real-time organization of integrated reckon and high-precision strikes complexes). In strategic terms, Russia will have difficulties creating a modern power projection capability (WMD excluded). Rather, asymmetric and denial techniques will be the most viable option for the Russian Armed Forces in the decade to come.

The Russian defence industry with its R&D component can today be described as an organisation of competence where a limited development takes place. Old constructions are refined, new techniques for improved performance are developed and prototypes of new systems and platforms are built and tested, but a very limited serial production takes place. In a longer perspective, this could lead to a weakening of the military industrial complex. In pace with higher costs for new weapons systems, the enterprises will find it increasingly difficult to survive, unless a minimum of state orders and exports are guaranteed. Likewise, a minimum production volume is necessary for a successful R&D development.

During the coming decade, most enterprises will probably try to survive on a combination of exports, cooperation with other countries, limited state orders and conversion. In the absence of substantial investments in R&D and procurement of military equipment by the state, Russian military enterprises will, however, face great difficulties in reaching leading levels of technology. The width of the Russian technological front, which exists today, is in danger of being narrowed.

The present Russian arms exports mainly consist of modern equipment, which demands comprehensive R&D investments. As international customers demand this type of equipment, a Russian inability to finance military R&D could lead to decreasing export revenues and thus to a worsened financial situation for an already badly shaken military industry. Therefore, it seems likely that we in the short and medium term perspective, will see Russian arms exports and military cooperation of the same extent as today, or 3-4 billion USD yearly. Even though this cannot totally finance military industrial reform and R&D, it will continue to ease the

pressure on the military budget and contribute to the ability to maintain strategic technical competence. The Russian arms exporters will, however, stand limited chances of gaining market shares in markets dominated by, for example, the US, and are more likely to stay with their old customers. In a longer perspective, the prospects are more uncertain and investments by the state in the R&D sector necessary. Promises of budget increases on R&D have, however, only partially materialized. The approved military budget for 2002 amounts to 3.0 per cent of GDP, which means that Russia still has not reached its goal of spending 3.5 per cent on national defence – a goal set by president Yeltsin in 1998. However, the relatively stable growth of the Russian economy after the financial collapse in 1998 and the fairly good prospects for a sustainable growth of 2-4 per cent yearly in the coming 3-5 years period signifies that a more substantial effort could be made, if the political will exists. In this context it should be noted that the self-financing part of R&D of the enterprises' budgets has grown considerably during the past years and today constitutes almost 80 per cent of total investments.

The National Security and Foreign Policy concepts stress the importance of integration in the international economy, import of technology and technical cooperation with other countries. Technological transfer and foreign investments are brought forward as crucial factors. The influence of foreign factors on the Russian technical sphere today differs, however, somewhat from earlier conditions. Globalisation has led to a situation, where countries in a cost and efficiency perspective find it increasingly difficult to be in the technical forefront if they are isolated. Another factor which looks different today is that Russia in certain defence-related sectors of the economy already has a leading position, while the lag in many other critical areas is significant. Technology and knowledge transfer thus differs in character in the various sectors. Another characteristic of Russian defence policy during the 1990s has been efforts to adapt the American strategy concerning critical technologies and national large enterprises.

Russian R&D can be said to balance between traditional isolationism and the understanding that what is needed is an integrated national technical and economic strategy. The national security element is, for example, stronger than the concept of economic sustainability in the strategy concerning dual use. Some groups within the military and security community look with distrust on the foreign involvement in Russian R&D activities. They are of the opinion that this will lead to foreign acquisition of Russia's best brains and technologies at bargain prices. The discussion has been alive for a long period and will probably not end until the government is capable of financing Russian R&D on such a scale that it can offer potential interested parties not only technology and personnel, but capital as well.

Some influential Russian advisors see the weakening of Russia's military-technical potential, the growing technological dependence on foreign know-how and the lag to other relevant countries' technical levels, which advance faster than Russia's, as a serious threat to national security. In their view, after nearly ten years of stagnation in technical development, especially in the information technology sector, Russia is clearly and dangerously distanced by the leading military powers in the west.

Leading Russian experts consider Russia's chances of achieving a symmetric military capacity or military technical parity in the next decade with the leading western powers as practically non-existent. This is especially true concerning conventional weapons. Therefore, Russia needs to search for asymmetric ways of offsetting the technical superiority of potential adversaries. However, there are proponents that argue that Russia should attempt to achieve

parity by making efforts in all key technology areas (like in the Soviet days). These proponents cannot be taken seriously considering the financial possibilities of the state.

The overall picture is that, to a certain degree, current Russian weapons technologies and R&D efforts to develop future ones match the needs of the Armed Forces and its visions. Hence, substantial R&D efforts can be seen in areas such as positioning, navigation and time, energy systems for propulsion and actuation, information systems and electronic technologies. Nevertheless, it is clear from the Russian debate that a certain mismatch exists between the needs of the Armed Forces and what the MIC can/wants to produce, which in turn leads to ineffective use of the scientific potential. Coordinating the military reform with the annual state military order and the long-term armaments program still, apparently, leaves much to be desired. In addition, the Russian military long-range planning system (with typical lead times of 15-20 years) has not been tested throughout the whole cycle yet (military studies, planning, R&D, design and serial production).

The growing importance of foreign customers preferences is another factor to consider. The profile of the military R&D and weapons production may thus in the future differ from the needs of the Russian General Staff.

Lead Times for the Development of Russian High-Tech Weaponry

The current study has not attempted to evaluate Russian technology capacity on an absolute scale. Therefore, no detailed analysis of technical lead times has been made. However, it is possible to make some aggregate estimates. The central question is how Russian lead times for technical development relates to those of the advanced military-technical nations, i.e. can Russia keep up with the high pace of development of high-tech weaponry.

An estimate of Russian lead times for technical development must, apart from pure technical lead times, also take into account two specifics of the Russian MIC and its R&D capacity. The age structure of the research corps is increasingly disadvantageous. The overall average age is around 55 years and in some categories even higher. Recruitment of the future carriers of Russian science and technology is slow. The second problem is that Russia is still, to a large extent, living on R&D successes and projects developed before 1991. If one assumes that lead times for larger advanced weapons systems is approximately 20 years, the Soviet heritage will run out around 2010. At about the same time a majority of the researcher will be qualified for a pension. In the meantime, Russian science can partly live on its personnel and material Soviet heritage (plans, drawings, constructions), exports and new development of limited scope.

Technical lead times will vary substantially depending on priorities regarding the kind of weapons systems technologies chosen, the technical contents and the level of technology utilized. The size of the state's financial allocations will also effect the lead times, as will technology import and the MIC's ability to make use of it. Generally, lead times will increase with the complexity of the products and the production technology. (This is true even if the relationship is not necessarily linear.) There are two main reasons for increasing the complexity of the products and production technology: to enhance weapons systems performance and to cut costs. The Russian Armed Forces and export customers will most likely have a common interest in this.

Development of new military equipment based on the technical (Soviet) heritage, as far as components and production technology is concerned, can probably be managed with lead times less than 5 years. The possibilities are limited first of all by the financial constraints. Investments in new component technologies for advanced applications in, for instance, sensors, data fusion, communications links with large capacity, UAVs and integrated reckon and strike complexes will most probably have lead times exceeding 10 years. Such investments will also be very costly. Even if the general Russian technical lag stays constant or increases in some areas, one cannot exclude the possibility of technical breakthroughs with strategic consequences in particular areas such as high-speed torpedoes or anti-ballistic missiles.

Finally, a third aspect heavily influences Russian lead times. The MIC is for the n:th time undergoing a restructuring process. The current program for the restructuring of the MIC is scheduled for the period 2002-2006. The main bottleneck for creating an effective R&D and production capacity will be the ability to create efficient innovation systems (networks). The development of production capacities for the next generation of technology will call for extensive and complex innovation networks to channel investments and educational efforts. The maintenance of such networks demands sustained financial support – something Russia cannot afford in the foreseeable future without foreign assistance. Extensive investments will also have to be made in physical and immaterial R&D infrastructure. Experiences from Japan, South Korea and Taiwan show that lead times, under favourable economic, human and market conditions, amount to 10-15 years. Considering Russia's future anticipated economic growth and restructuring needs, a more realistic lead time is 15-20 years.

Putin's Choice

To conclude, the Russian military industrial sector is characterized by structural rather than knowledge-related problems. If the new research and military industrial policy which looms under Putin is implemented, there seems to be opportunity for necessary changes, even if slowly implemented. A sustainable military industry is in need of large cuts in personnel, comprehensive structural changes, new management methods, increased investments for new production facilities and functioning laws and courts, to mention the more important factors. Downsized Armed Forces will also allow for a smaller MIC. Conversion to civilian production and more diversification, i.e. civil and military production under the same roof, as in many western companies, constitute other important elements in the reform process. Presumably, the preservation of an industrial mobilisation capacity will remain a high priority.

If the restructuring and modernisation process yields result within a ten-year period, Russia will stand a chance to keep its place as a relatively advanced research society, even if the width of the technical front may shrink. If not, Russian science is likely to stagnate and thus undermine the chances of Russia keeping its role as a large industrial nation. In this scenario, the country would probably confirm its role as a raw material producing appendix to the developed west.

Russia may in principle choose between two roads concerning the future military R&D/T policy. One leads to a deeper integration with western producers of military R&D/T and a more open attitude to the surrounding world. The other leads to increased isolation and secrecy. To put it differently, Russia can either improve its chances of increasing technical-industrial as well as living standards by getting more dependent on foreign countries, preferably the west, where the technical know-how and the financial resources are mainly to be found, or Russia can choose to remain relatively independent but on a lower technical-

industrial level and with a diminishing role in world politics as a consequence. Support of both alternatives exists in Russia today. However, a number of factors speak for the first alternative – especially if Russia aims for a leading role in this field. While the technological dependence is still there (as in the Soviet days) and although the collection possibilities have improved in the new open world, a strategy of clandestine collection of R&D/T to support the Russian MIC will not be a viable option for Russia for technical and, not least, political reasons. Putin as the reformer of today's Russia, will therefore most likely continue the strategy of constructive engagement he embarked upon in 2001.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Försvarets forskningsanstalt (FOA) och sedermera Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) har på uppdrag av statsmakterna bevakat den militärtekniska utvecklingen i Ryssland sedan en längre tid.

Förutom renodlat teknisk uppföljning av rysk teknikutveckling vid FOA:s/FOI:s tekniska avdelningar har Östgruppen vid Institutionen för Säkerhetspolitik och strategi genomfört ett antal studier på en mer aggregerad nivå där tekniken satts i ett teknikpolitiskt, militärtekniskt och strategiskt sammanhang.

Senare års säkerhetspolitiskt inriktade studier har syftat till att beskriva det ryska militärindustriella komplexets (MIK) utveckling under de svåra åren på 1990-talet då den ryska ekonomin som helhet befann sig i en turbulent transition från centralstyrning till marknad. Dessa studier har framför allt behandlat MIK:s organisation, struktur, tekniska förmågor och tillverkningskapacitet. Särskild tonvikt har lagts vid MIK:s potential i ett längre tidsperspektiv (ca 10 år) varvid ledtider för utveckling av moderna vapensystem, tekniknivåer och konflikter avseende tekniska standarder för inhemska kunder och exportkunder har beaktats.

Rapporter värda att nämnas i detta sammanhang är

- *The Post-Soviet Military-Industrial Complex*,³
- *Rysk militär industriell potential i ett tioårsperspektiv*,⁴
- *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv*,⁵
- *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning 2000*,⁶
- *The Russian Military-Industrial Complex in the 1990s – Conversion and Privatisation in a Structurally Militarised Economy*.⁷

Därutöver har en mängd mer specialiserade studier genomförts där specifika teknikområden behandlats.⁸

Slutsatsen av dessa studier är att Ryssland har lyckats vidmakthålla en större del av den sovjetiska militärteknologiska kompetensen än vad många västerländska bedömare ansåg möjligt i början av 1990-talet. Detta har varit möjligt genom att de flesta företagen inom MIK under

³ Proceedings of a FOA Symposium on *The Post-Soviet Military-Industrial Complex*, Lars Wallin (red.), FOA 20 oktober 1993.

⁴ Bo Ljung m.fl., *Rysk militär industriell potential i ett tioårsperspektiv*, FOA 97-H506/S (1 hemlig bilaga), 1997-06-24.

⁵ Jan Leijonhielm m.fl., *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv*, FOA-R—99-01151-170—SE, maj 1999.

⁶ Jan Leijonhielm m.fl., *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning 2000*, FOA-R—00-01758-170—SE, november 2000.

⁷ Wilhelm Unge, *The Russian Military-Industrial Complex in the 1990s – Conversion and Privatisation in a Structurally Militarised Economy*, FOA-R—00-01702-170-SE, december 2000.

⁸ Två exempel är Evgeni Kogan, *Outlook for the Russian Aircraft Industry 1997-2007*, FOA-R--98-00755-170—SE och Evgeni Kogan, *Are FIGs good for you? Russian financial industrial groups and their impact on the aerospace industry*, FOA-R--97-00465-170—SE. Ett tredje exempel där ett specifikt teknikområde satts i en säkerhetspolitisk kontext är Jenny Clevström, Lena Norlander och Wilhelm Unge, *Rysk toxin- och bioregulator-kompetens*, FOA-R—00-01703-170—SE, december 2000.

1990-talet anammat någon form av defensiv överlevnadsstrategi, snarare än en konstruktiv långsiktig reformstrategi. Den övergripande bilden är att företagen har försökt överleva genom en kombination av export, militärtekniskt samarbete, begränsade statliga beställningar samt diversifiering genom kommersialisering av spin-off-produkter snarare än konvertering. Eftersom produktionsenheterna i stor utsträckning finns kvar är det troligt att Ryssland också har förmåga att producera de flesta vapensystemen från sovjettiden, men frågan är vilka möjligheter Ryssland har att hänga med i utvecklingen av högteknologiska vapensystem, som motsvarar de som nu utvecklas i väst.⁹

I ovan nämnda studier har den underliggande forskningen och utvecklingen (FoU) samt kritiska teknologier endast berörts i mindre utsträckning. Eftersom rysk FoU spelar en avgörande roll såväl för samhällets utveckling i stort som för den militärindustriella sektorn i synnerhet framstod behovet av en mer omfattande studie av rysk FoU som angeläget. Därav föreliggande rapport.

1.2 Rapportens syfte och uppläggning

Syftet med föreliggande rapport är tvåfaldigt. Dels skall ge den mer allmänintresserade läsaren en bred bild av hur arvet från sovjetperioden ser ut och i vilken omfattning det lever kvar samt vilka övriga villkor som styr dagens ryska forskning och teknikutveckling. Dels skall den ge sakkunniga läsare en sammanställning av kända fakta i mer detaljerad form och kunna tjänstgöra som referenslitteratur. Därutöver har rapporten även en ”tidig varningsfunktion” genom att inriktningen av och karaktären på rysk militär FoU tidigt indikerar ryska intentioner beträffande vapenutveckling, asymmetriska satsningar och om utvecklingen pekar mot offensiva eller defensiva vapensystem.

Den ursprungliga idén till föreliggande rapport var en jämförande analys av svensk, rysk och amerikansk syn på rysk FoU, dess styrkor och svagheter samt framtidsutsikter. Vartefter materialinsamling fortskred stod det emellertid klart att denna metod inte skulle låta sig genomföras fullt ut. Svårigheten att få tillgång till kongruent material från de tre länderna är betydande.

Däremot är det möjligt att studera en allmän svensk syn på rysk FoU och vapensystem. Det ryska materialet medger att den ryska synen på rysk FoU samt ryska kritiska teknologier och vapensystem beskrivs.

Det svenska och ryska perspektiven har sedan ställts mot det amerikanska försvarsdepartementets syn som kontinuerligt redovisas i *Military Critical Technologies List* (MCTL). MCTL är en amerikansk bedömning avseende olika länders teknologiska nivå inom, vad man bedömer vara, framtida kritiska teknologier (se vidare avsnitt 3.5.). MCTL omfattar kritiska teknologier under utveckling, vapensystemteknologier och teknologier för massförstörelsevapen.

Eftersom mycket av de sovjetiska strukturerna och tänkandet finns kvar i det ryska FoU-systemet, trots en rad omorganisationer och bemödanden att införa nya synsätt under 1990-talet krävs också en historisk tillbakablick för en djupare förståelse för hur det ryska FoU-systemet fungerar. Resultatet av ovanstående deskriptiva framställningar kompletteras slutligen med långsiktiga trender i forskningens allmänna villkor, de ekonomiska ramarna, under-

⁹ Jan Leijonhielm m.fl., *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning 2000*, s. 154.

rättelsetjänsternas bidrag, synen på framtida krigs karaktär och de impulser denna ger till den ryska militärdoktrinen.

1.3 Källor

Som framgått av avsnitt 1.2 har det inte varit möjligt att finna kongruent material inom alla avsnitt av rapporten. Källornas inneboende karaktär varierar också kraftigt. Vad gäller de svenska och amerikanska bedömningarna har relativt utförliga skriftliga källor kunnat kompletteras med intervjuer. Författarna vill härvidlag rikta ett särskilt tack till FMV/UND för stort tillmötesgående. Även FOIs teknikavdelningar har bidragit till att komplettera bilden.

Beträffande ryska källor är de, både till karaktär och tillgänglighet, av ett mer svåråtkomligt slag. Bl a har man under senare år inte offentliggjort eller dragit in uppgifter, t ex rörande anslagen till militär FoU. Det ryska källmaterialet karaktäriseras även på klassiskt ryskt sätt av att personrelaterat material kraftigt dominerar. I avsaknad av officiella uttalanden, pålitlig statistik och genomlysighet har författarna delvis varit hänvisade till debattartiklar och sporadiska uppgifter som inte alltid går att få bekräftade. Sk ”linjetal” av centralt placerade befattningshavare har dock vid några tillfällen på ett relativt tydligt sätt angett vad man på ledande håll anser om den ryska forskningens och teknikutvecklingens situation i ett nationellt och internationellt perspektiv.

1.4 Läsanvisningar

Såvitt författarna är bekant finns ingen sammanställning över rysk FoU liknande denna på svenska. Rapporten är faktatung och lämpar sig därför mindre bra för sträckläsning, något som författarna är väl medvetna om. Eftersom kapitlen och vissa avsnitt skall kunna läsas fristående förekommer med nödvändighet en del upprepningar.

I syfte att underlätta för läsare som snabbt önskar ta del av helheten har rutor med sammanfattningar lagts in först i vissa kapitel och ibland vid viktigare avsnitt.

Kapitlet om civil rysk FoU (kap. 2) skiljer sig till karaktären från kapitlet om militär FoU (kap. 3). Det förstnämnda syftar till att i löpande text ge en allmän bild av den ryska forskningens tillstånd, villkor och begränsningar samt framtidsutsikter. Eftersom många av den civila forskningens problem återfinns även inom den militära forskningen och utvecklingen ger kapitel 2 en bakgrund till förståelsen av kapitel 3. Det sistnämnda kapitlet innehåller därutöver en stor mängd fakta i form av uppräknings- och teknikområden m.m.

1.5 Avgränsningar

Området massförstörelsevapen behandlas i mycket ringa omfattning. Skälet till detta är att den ryska kunskapsnivån avseende såväl nukleära som biologiska och kemiska vapen samt skydd däremot fortsatt är mycket god. Inom några få områden kan den ryska forskningen tänkas få problem att hänga med i forskningsfronten.

Ett annat skäl att i första hand koncentrera sig på teknologier för konventionella vapensystem är den satsning Ryssland nu gör på modernisering av sin konventionella krigsmakt och utrustandet av denna med högteknologiska system.

2 Det allmänna tillståndet inom den ryska forskningen

Sammanfattning

Den ryska forskningen och teknikutvecklingen har drabbats hårt under 1990-talet. Med växlande regeringar och en ständigt pågående kamp om inflytande mellan de viktigaste aktörerna inom FoT har verksamheten kommit att präglas av ryckighet och ineffektivitet. Brist på medel, ett flertal misslyckade reformer som stupat på korruption och konservativt tänkande, stor forskarflykt och en allt högre medelålder i kombination med låg nyrekrytering inom forskarkåren har lett till att man först under senare tid delvis lyckats bromsa den kraftiga nedgång som inleddes med Sovjetunionens sönderfall.

De kraftigt minskade statliga beställningarna är grundorsaken till den ryska forskningens prekära situation. I ekonomiska termer kan den ryska statens FoU-anslag i dag jämföras med ett större västföretags och nedgången av statliga civila forskningsmedel från senare delen av 1990-talet fortsätter av allt att döma in på 2000-talet. Företagen måste i ökad utsträckning förlita sig på egen finansiering. Från att under 1980-talet ha legat i paritet med USA på flera områden, är Ryssland i dag inom civil FoU sannolikt förpassat till en plats mellan 50 och 100 på världsrankingen. Inom militär FoU har man dock lyckats bevara sin plats på ett bättre sätt och området skulle enligt militärreformen prioriteras fram till år 2005, men har nyligen åter nedprioriterats till förmån för tidigare anskaffning.

De sovjetiska organisationsstrukturerna och revirtänkandet finns i betydande utsträckning kvar inom forskarvärlden och avhåller yngre dugliga forskare från att söka sig till forskningen. Detta får i sin tur allvarliga effekter på forskningsproduktionen. Migrationen till andra verksamhetsområden är dock större än emigrationen.

En effekt av tillståndet inom forskningen är att man inte nämnvärt lyckats minska gapet till ledande forskning i västvärlden, detta har tvärtom ökat på flera områden. Inom den viktiga elektroniksektorn uppskattas avståndet till USA vara 5-10 år.

Mot bakgrund av problemen framstår det närmast som en prestation att så stora delar av forskningen ändå lyckats bevaras som faktiskt skett. Delvis förklaras detta av det faktum att det sovjetiska systemet hade stor redundans. När t.ex. tre av fyra institut inom en disciplin försvinner är bilden i kvantitativa termer mörk, samtidigt som det ändå inte hindrar att en stor del av den tidigare kompetensen kunnat bevaras. Ytterligare en förklaring kan tillskrivas fyndighet och anpassningsförmåga hos forskarna och institutsledningarna när det gäller att finna födkrokar, men också hängivenhet hos forskarna till sin forskning. En än viktigare faktor är emellertid den forskning som köps av utländska bolag. Enligt uppskattning behöver forskningsinstitutet extrabudgetär finansiering på omkring 80 procent för att överleva. En stor del av denna finansiering utgörs av utländska beställningar, bidrag och samarbetsprojekt.

Genom en defensiv strategi och evolutionär (vidareutveckling av befintlig kunskap, system m.m.) snarare än revolutionär utveckling (satsningar på nya genombrottsteknologier) och en alltför stor bredd i forskningen utarmas rysk forskning dock ändå på sikt. Smärtsamma neddragningar, strukturella förändringar och omprioriteringar kommer att krävas så att forskningsvolymen kommer i paritet med finansieringsmöjligheterna.

2.1 Inledning

1990-talet var förödande för rysk FoU-verksamhet och problemområdena fortsätter under det nya millenniets inledning att vara legio. Det var inte lätt för den ryska forskningen, som under sovjettiden helt finansierades ur statsbudgeten med 2-3 procent av BNP, att efter Sovjetunionens fall uppleva en förödande neddragning av anslagen och hitta nya vägar till finansiering. En stor del av sovjettidens anslagna forskningsmedel hade dessutom gått till 'ideologiskt styrd forskning', med föga relevans för teknologiskt framskridande, varför mycket av FoU:n inte lämpade sig för kommersialisering. Avsaknaden av statliga medel till såväl utbetalning av löner som till forskning ledde till att många forskargrupper tvingades överge sin profession för mindre prestigefyllda arbetsuppgifter. Att forskningsverksamhet ändå överlevt beror till stor del på en tidigare redundans i det sovjetiska forskningssystemet, samarbete med, och stöd från, väst. Den militära forskningen, som också drabbats hårt, fick till stor del förlita sig på vapenexport.

Den militära och civila FoU:ns problem liknar i mångt och mycket varandra. 1990-talet innebär en dränering på såväl personella, materiella som finansiella resurser. Hur stort det egentliga utfallet blivit av den s.k. hjärnflykt som befarades i och med Sovjetunionens fall, i form av försvarsforskare som säljer offensiv kunskap till s.k. problemstater, är oklart. Det står dock klart att den interna forskarflykten varit mer omfattande än den externa. De kraftigt minskade reallönerna, som dessutom sällan utbetalades i tid, innebär för forskarna under 1990-talet att forskarflykten till mindre kvalificerade jobb inom andra samhällssektorer blev mycket stor. 40 procent av forskarna lämnade forskningen under första delen av 90-talet.¹⁰ Under decenniet i sin helhet förlorades 60-70 procent av forskarkåren.¹¹

Mycket av sovjettidens mentala tänkande bromsar fortfarande det ryska forskarsamhället, bl.a. i form av sekretess och revirtänkande mellan forskningsbyråkrater. Det kan också konstateras att fenomen, karaktäristiska för en planekonomi, som inkrementell teknologisk utveckling, svag innovativitet och långsam teknologidiffusion fortfarande är aktuella problem inom dagens ryska (försvars)industri.

Ett av de största gisslen inom försvarsforskningen är den åldrande forskarkåren. Sedan 1990 har ökningen av unga forskare inom försvarsforskningen varit obetydlig. Medelåldern för forskare ligger kring 55 år och inom vissa kategorier ännu högre. Att detta är förödande för ett land som är mån om att nå strategiska teknologiska kunskaper är självskrivet. Den dystra framtidsbild som avtecknar sig inom forskarvärlden, med fortsatt bristande finansiering och åldrande maskinpark som några avskräckande faktorer, gör det förstäligt att unga människor inte lockas av att gå in vare sig i försvarsforskningen eller den civila dito.

Den ryska FoU-politiken har under hela 1990-talet kännetecknats av brist på konsekvens och strategi. Med växlande regeringar och en ständigt pågående kamp om inflytande och personliga förmåner i de högsta ledningsechelonerna har verksamheten kommit att präglas av ryckighet och ineffektivitet.¹² Försök som gjorts för att förbättra forskningens villkor (bl a i form

¹⁰ Stanislav Simanovsky, "Science and Technology in Russia – Problems and Prospects" *Berichte des Bundesinstituts für ostwissenschaftliche und internationale Studien*, nr 18, 1998, s. 22.

¹¹ Alexey N. Shulunov, "Brain Drain: The Loss of Intellectual Capital" i Vlad Genin (red.) *The Anatomy of Russian Defence Conversion*, (Vega Press, Walnut Creek, Kalifornien, 2001), s. 387.

¹² Chodarenko, M., "Vojennaja reforma ..." [Militärreformen har förvandlats till cirkelgång], *Nezavisimaja gazeta*, 2 februari 2001. Vaganov, A., "Visijnjovj sad ..." [Den ryska vetenskapens körsbärsträdgård], *Nezavisimaja gazeta*, 16 februari 2001.

av en forskningslag och reformprogram),¹³ har förfelats antingen på grund av penningbrist eller genom en konservativ och korrumpierad organisation. Kortsiktiga, akuta finansieringsbehov har prioriterats på bekostnad av mera långsiktiga kunskapsbehov, samtidigt som krympande forskningsmedel fördelats på en överdimensionerad FoU-organisation.

Forskningsföreträdares positioner vid förhandlingar om anslag har därtill försvårats av statsmaktens traditionella, extremt nyttoinriktade och förmyndaraktiga inställning till forskning.¹⁴ Detta kan också vara en bidragande orsak till att det ännu inte existerar någon enhetlig rysk FoU-politik, som länkar forskning och utveckling till samhällsbyggandet.¹⁵ Tio års reformverksamhet har inte lyckats bryta kräftgången inom rysk FoU och frågan är nu om den nya regimen under president Putins ledning skall bli lyckosammare än den gamla.

2.2 Dagsläget i det ryska FoU-systemet

2.2.1 Organisation i stort

Den ryska civila FoU-organisationen brukar beskrivas i termer av akademiinstitut, universitets- och högskoleinstitut, tillämpade branschinstitut och konstruktionsbyråer samt företagsanknutna mindre forsknings- och provningsavdelningar.¹⁶ En annan förekommande indelning är:¹⁷

1. Större nationella centra (likt kärnforskningsinstitutet i Dubna och Kurtjotov-institutet, baserade på unika vetenskapliga anläggningar). Sådana centra finansieras över statsbudgeten men utomstående forskare kommer dit med egna, finansierade projekt som valts ut i konkurrens med andra av bl a internationella expertgrupper.
2. Mindre, ”mobila” institut, även icke-statliga. Verksamheten vid dessa institut rör framförallt humanistisk forskning, men kan emellertid även ha en bredare inriktning bl a mot programmering.
3. Institut, bl a akademiinstitut, som arbetar över hela den teknisk-vetenskapliga skalan, d v s bedriver grundforskning och tillämpad forskning samt utvecklar marknadsprodukter. Väsentligen är detta moderna, forskningsintensiva företag med 20-30 procentig budgetfinansiering. Merparten av den ryska försvarsindustrins FoU-verksamhet torde ske vid dessa organisationer.
4. S k forskningsuniversitet av västlig modell. Lomonosov-universitetet i Moskva är ett exempel.
5. Forskningsstäder (*naukogrady*), skapelser från sovjet-tiden som nu blivit problematiska ”en-generationsstäder” med forskare som den dominerande yrkeskategorin. Vidareutbildning och arbeten för de uppväxande släktena saknas praktiskt taget helt.

¹³ Jan Leijonhielm m.fl. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv*.

¹⁴ Velichov, Je., ”Nauka i vlast” [Forskningen och makten], *Nezavisimaja gazeta*, 28 april 2000.

¹⁵ Stanislav Simanovsky, ”Science and Technology in Russia”, *Berichte des Bundesinstituts für ostwissenschaftliche und internationale Studien*, nr 18, 1998

¹⁶ Jan Leijonhielm m.fl. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv*.

¹⁷ Vaganov, A., ”Visijnjovij sad ...” [Den ryska vetenskapens körsbärsträdgård], *Nezavisimaja gazeta*, 16 februari 2001.

De mest framträdande forskarna/forskningsledarna har organiserat sig i olika intresse- och lobbyorganisationer, såsom akademier med egna underställda institut av varierande antal och omfattning. Ryska Vetenskapsakademien (RAN) är den största och mäktigaste med anor från Peter den stores tid. I det postsovetiska Ryssland har nya samhällsinriktade akademier bildats av vilka några under de senaste åren åstadkommit resultat som till sin vetenskapliga nivå varit jämförbara med vad som åstadkommits inom Vetenskapsakademins domäner.¹⁸

Under 1990-talet förlorade Ryska Vetenskapsakademien stora delar av sin organisation och sina forskningsanläggningar. I början av 1999 omfattade Vetenskapsakademien 448 forskningsorganisationer med 106 000 anställda, varav 62 000 forskare. 1990 var de anställda 138 000 och forskarna 79 000. Samtidigt har antalet doktorer ökat från 6400 år 1990 till 8900 år 1998.¹⁹

Mot denna bakgrund har det i reformernas Ryssland då och då uppstått debatt i medierna om Vetenskapsakademins reformering, inte minst eldfängt mellan akademiledamöterna själva. Åsikterna är polariserade i två grupper, en konservativ och en reformsinnad. De konservativa hävdar att utan Vetenskapsakademins och ryska forskares upptäckter skulle det inte ha blivit någon teknisk-vetenskaplig, elektronikbaserad eller informationsteknisk revolution.²⁰ Man menar att Vetenskapsakademien och landets forskning, efter raserandet av Sovjetunionen, har utsatts för upprepade attacker från ”sociala omdanare” som vill lägga ner grundforskningen (”resultaten kan fås från utlandet”), splittra Akademien eller lägga ner delar av den.

Denna behandling av Vetenskapsakademien upplevs av de konservativa som ett enormt resurs-slöseri. Räknat per forskare satsar staten 50 – 100 gånger mindre på forskning än i mer utvecklade länder. Samtidigt har 2,4 miljoner personer lämnat forskningsverksamheten under tiden 1985 – 1997. Med målet att maximalt utnyttja landets forskningspotential borde, menar man, Vetenskapsakademien ges rätt att direkt inför regeringen lägga fram viktiga och principiella utvecklingsresultat. Den ryska regeringen borde i sin tur presentera problem för Vetenskapsakademien som kräver vetenskaplig bearbetning. Vid sidan härav bör Vetenskapsakademien ges alla förutsättningar för att bedriva grundforskning och finansieringen bör återställas till sovetisk nivå.

De mer reformsinnade menar att Ryssland inte kan utveckla sin forskningsverksamhet på samma bredd som det tidigare Sovjetunionen och man kan inte heller kopiera den amerikanska forskningsstrukturen.²¹ Ryssland med en nationalinkomst mindre än tjugondelen av USA:s kan inte konkurrera med USA. I stället måste Ryssland satsa ”asymmetriskt” och tänka framför allt på egna nationella intressen och inte styras av pampars eller myndigheters revirtänkande. Ryssland bör därför satsa på ett fåtal områden inom grundforskning där den ryska forskningen ligger i den internationella frontlinjen och inom de områdena utnyttja alla de finansieringsformer som står till buds för internationell toppforskning.

¹⁸ Text Ryska akademien för naturvetenskap, Ryska ingenjörssakademien, Ryska akademien för rymdflygningsteknik (*kosmonavtika*). Leskov, L., ”O reforme ...” [Om reformeringen av den vetenskapliga verksamheten i Ryssland], *Nezavisimaja gazeta – Nauka*, 21 mars 2001.

¹⁹ Laritjev, O., ”Rossijskaja fundamentalnaja nauka ...” [Rysk grundforskning i tredje årtusendet], *Vestnik Rossijskij Akademii Nauk* nr 1, 2001.

²⁰ Se bl a Osipov, G., ”Akademija Nauk pod ydarom” [Vetenskapsakademien är i fara], *Nezavisimaja gazeta*, 23 februari 2001.

²¹ Saltykov, B., op cit. och Leskov, L., ”O reforme ...” [Om reformeringen av forskningsverksamheten i Ryssland], *Nezavisimaja gazeta – Nauka*, 21 mars 2001.

De reformsinnade anser att Vetenskapsakademien är en myndighet som härskar över enorma statliga resurser, konsumerar och fördelar en mycket stor del av den statliga forskningsbudgeten, allt utan någon som helst insyn utifrån och utan effektiv kontroll från statens och samhällets sida, kort sagt "en hundra procentig produkt av den sovjetiska administrativa ekonomin" med bl a en trög, inkompetent och intrigerande högsta ledning. Här behövs reformverksamhet och Ryssland behöver komma bort från att identifiera Vetenskapsakademien med grundforskning. Att prioritera grundforskning skall inte ha uttolkningen att "prioritera finansiering av Vetenskapsakademien". Akademisektorns andel av budgetens forskningsmedel har växt från 10 – 12 procent under sovjettiden till uppemot 30 procent i slutet av 1990-talet, på bekostnad av forskningsmedlen till universiteten, rymdforskningen, erkända ingenjörstekniska skolor inom försvaret, civil branschforskning m m.

De mer reformsinnade är mycket kritiska till Vetenskapsakademins ambitioner att få ett slags monopol på att vara presidentens och regeringens rådgivare inför beslut i olika för landet betydelsefulla frågor. Istället betonar man behovet av ett forskningsministerium för att utarbeta och genomföra en för landet enhetlig teknisk-vetenskaplig politik.

Annan kritik som riktas mot Vetenskapsakademien är att den fortfarande används som ett medel för staten att tillgodose sina säkerhetsintressen. I ett påbud i maj 2001 beordrade Vetenskapsakademien "konstant kontroll" över vetenskapsmäns samarbete och kontakter med utlänningar i syfte att undvika "any harm to the Russian state in the sphere of economic and scientific cooperation."²² Direktivet gick ut till alla vetenskapsinstitutioner underordnade Vetenskapsakademien, vilket innebär en stor del av de ryska vetenskapsinstitutionerna. Enligt direktivet skall ansvariga chefer utöva kontroll över utlandsresor, som företas av forskare med tillgång till statshemligheter, och deras därpå följande rapporter samt utöka kontrollen av internationella vetenskapskonferenser i Ryssland. Förslaget tyder på uppseendeväckande dålig insikt om vad den ryska forskarvärlden behöver.

Av stor vikt för Ryssland idag är att skapa en fruktbar integration mellan forskning och utbildning. I dagens turbulenta ryska samhälle fungerar dessa mekanismer dåligt. Revirbevakning och strävan att undvika konkurrens försvårar brobyggandet mellan universitet och exempelvis akademiinstitut.

I enlighet med ett presidentdekret 1996 har ett "program för statligt stöd av integrationen mellan högre utbildning och grundforskning" utarbetats och satts i verk.²³ En rad åtgärder prövas och föreslås. Bedömare framhåller särskilt etablerandet av s k studie- och forskningscentra (*utjebno-nautjnyje tsentry*) såsom lovande. Grundidén är att vid profilerade akademiinstitut skapa universitetsfilialer där studenter parallellt med sina kurser kan delta i forskningsarbete med erfarna handledare. Sådana centra har med viss framgång etablerats, anknutna bl a till Sankt Petersburgs universitet och Lomonosovuniversitetet i Moskva. I Sankt Petersburg har nobelpristagaren Zjores Alferov varit en drivande kraft för denna utveckling.²⁴

Trots statlig underfinansiering lever det stora flertalet forskningsinstitut vidare. Detta kan delvis tillskrivas fyndighet och anpassningsförmåga hos forskarna och institutledningarna när det gäller att finna födkrokar även av okonventionellt slag, men också hängivenhet hos fors-

²² "Scientists warn of return to Soviet-era restrictions in Russia", *CDI Russia Weekly*, Moskva 31 maj (AFP), David Johnson (ed.), nr 156, 1 juni 2001.

²³ Sjorin, V. P., "Programma integratsija ..." [Program för integration av utbildning och forskning], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 7, 1999.

²⁴ Ibid.

karna till sin forskning. En viktig faktor är emellertid den forskning som köps av utländska bolag. Enligt den tidigare ministern på forskningsområdet B Saltykov behöver forskningsinstituten extrabudgetär finansiering till omkring 80 procent för att överleva. En stor del av denna finansiering utgörs i själva verket av utländska beställningar, bidrag och samarbetsprojekt.²⁵

Uppdragsforskning är emellertid för många en ovan och svårframkomlig väg och den kommersiella aktiviteten begränsas ofta till att hyra ut folk och lokaler för bredare inriktad ”affärsverksamhet”.²⁶ Billig arbetskraft är en gammal rysk konkurrensfördel. Men den är långt ifrån tillräcklig för dumpning av marknaden eftersom arbetsproduktiviteten i Ryssland är mycket lägre än i många andra länder. Även andra problem tillkommer. Kostnaden för t ex material och komponenter, som ofta måste importeras, utgör omkring 30 procent av produktionskostnaden. Den internationella marknaden är med andra ord mycket tuff och instituten måste anstränga sig till det yttersta för att ha någon chans.

Tack vare den kommersiella verksamheten kan forskarna emellertid få hyggliga löner – 100 till 125 procent högre än de som avlönas över anslag från statsbudgeten. Unika forskningsanläggningar –acceleratorer, termonukleära anläggningar, generatorer för synkrotronstrålning – kan underhållas och vidareutvecklas.

Framgångsrika småföretag, baserade på högteknologiska produkter, är i dagens Ryssland sällsyntheter. Röster hörs om att det snarare är utländska än inhemska företagare som intresserar sig för Rysslands tekniska idéer.²⁷ Som resultat fås ’know how’ tillbaka i form av färdiga produkter. Flera analytiker varnar för en sådan ’utländsk infiltrering’ av den ryska forskningen. De menar att detta kan medföra ett alltför stort främmande inflytande samtidigt som Ryssland tappat kontroll över utvecklingen av den ryska vetenskapen. Ryska vetenskapliga skolor riskerar att försvagas eller t o m förloras om framstående forskare säljer sig till utländska företagsintressen. Företagens forskning är i stor utsträckning hemlig varför de ryska forskarnas bidrag, ofta av dubbelanvändningskaraktär, undandras den ryska statens kännedom. Viktiga resultat av de ryska forskarnas arbete riskerar också att bli de utländska företagens egendom. Det ryska forskningssamhället kan på det sättet bli ”en forskningsfilial till västliga bolag”.²⁸

Teknikparker (*technoparki*) eller forskningsparker (*nautjnyje parki*) med fungerande infrastruktur, där småföretag kan få hjälp med bl a patentfrågor och juridik har föreslagits som en lösning för att komma till rätta med dessa problem.²⁹ Där skulle universitets- och annan forskning kunna föras samman med forskningsintensiv industri.³⁰ Förebilden är naturligtvis amerikanska utvecklingscentra som t ex Silicon Valley.

En grundtanke med teknikparkerna är att de nyetablerade innovationsföretagen efter en ”drivhusperiod” på 5 – 10 år i parkens hägn skall ha uppnått en konsolideringsgrad som möjliggör oberoende funktion på den fria marknaden. En sådan utveckling står emellertid inför svåra hinder som måste övervinnas innan dessa kan få någon större betydelse för den ryska

²⁵ Vaganov, A., ”Na kovo rabotajut ...” [För vem arbetar våra forskare?], *Nezavisimaja gazeta – Nauka* nr 3, 1999.

²⁶ Nadtočij, A., ”Akademitjeskaja nauka ...” [Akademiforskningen lär sig göra pengar], *Rossijskaja gazeta*, 22 augusti 2000.

²⁷ Leskov, S., ”Kak zarabotat na nauke” [Hur kan man tjäna pengar på forskning], *Izvestija*, 15 maj, 2001.

²⁸ Vaganov, A., ”Na kovo rabotajut ...”, op cit.

²⁹ Leskov, S., op cit, *Izvestija*, 15 maj, 2001.

³⁰ Tsapenko, A., Jurevitj, A., ”Perspektivy nautjnych parkov v Rossii” [Framtidsutsikter för forskningsparker i Ryssland], *Mirovaja ekonomika i mezjdunarodnyje otnosjenii* nr 9, 1998

industrins omställning till mera forskningsintensiv produktion. Det statliga och regionala stödet är minimalt jämfört med vad som utgår till motsvarande västliga organisationer. Parkens företag beskattas som vanliga kommersiella företag medan de när det gäller att få bankkrediter betraktas som icke-kommersiella och därmed nekas krediter. Oklart reglerade relationer med moderuniversitet medför vidare ofta konflikter som hindrar eller försvårar arbetet.

Centralt i detta sammanhang är frågan om äganderätt till uppfinningar och upptäckter, s k immateriell egendom.³¹ Det krävs ny lagstiftning som klart definierar statens, företags/organisationens och individens/innovatörens rättigheter. Den immateriella egendomen måste kunna skyddas genom patentering. Uppfinnare och vetenskapliga institutioner bör genom lagen stimuleras därtill. Kommersialisering av forskningsresultat bör enligt all erfarenhet ske professionellt genom specialiserade organisationer. Detta har sällan beaktats inom det ryska innovationsföretagandet.³² Försäljningen av det ryska kunnandet på världsmarknaden kräver också dyra internationella patent, till vilka de ryska huvudmännen har svårt att finna medel.

I Ryssland fanns i slutet av 1996 drygt 50 forskningsparker i 40 städer. De omfattade nära 800 små innovationsföretag med omkring 10 000 anställda. Ett av de mera kända har anknytning till Lomonosovuniversitetet.

Antalet småföretag per tusen invånare i Ryssland är idag fem till tio gånger mindre än i utvecklade länder, men ändå en ansevärd mängd – totalt nästan en miljon. Dessa producerar livsmedel, byggnadsmaterial, konsumtionsvaror m.m. Mycket få torde emellertid kunna betraktas som innovationsföretag, som skulle kunna bidra till teknologisk förnyelse av produkt-sortimentet och därmed exporten. Det blev inte lättare den 1 januari 2002 då de särskilda skatteförmåner som under två år utgått till nyetablerade småföretag avskaffades.³³

Den ryska korporativa forskningen, företagsforskningen, som de stora bolagen står för, omfattar 0,9-1 procent av BNP. Det är dubbelt så mycket som staten satsar på civil och militär FoU sammantaget. Tillsammans med statligt finansierad civil och militär FoU uppges BNP-andelen nå 1,3-1,4 procent.

Företagsforskningen utgörs uteslutande av tillämpad sådan och, troligen till största delen, av utvecklingsarbete. Här torde då även inrymmas den militära FoU som MIK själv bekostar utifrån sina exportinkomster.

Stora och medelstora företag har de senaste åren börjat bygga upp egna forskningscentra med inriktning på att rekrytera och utbilda forskare för den speciella typ av tillämpad FoU som efterfrågas.³⁴ Investeringar i mer långsiktiga generellt inriktade projekt förekommer ej, det anses vara en fråga för staten. Forskningsarbetets innehåll hålls emellertid hemligt av konkurrenshänsyn. Just sekretesskravet ses som en av huvudanledningarna till att arbetet måste ske under eget tak.

³¹ Dianov, Je., "Resultaty fundamentalnyh isledovaniy ..." [Resultat från grundforskning ger en bas för konkurrenskraftig industri], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 7, 1999.

³² Gäller dock inte för vapenexporten, som har en relativt kompetent internationell marknadsförings- och försäljningsorganisation.

³³ Ljapunova, G., "Malyj biznes ..." [Det är slut med liten affärsverksamhet i Ryssland], *Kommersant*, 10 augusti 2001.

³⁴ Pravdina, M., "Kto zaplatit ..." [Vem betalar för forskningen?], *Kommersant*, 28 september 2001; Bortnik, I., "Utjonyj dolzjen ..." [Forskaren bör kunna förklara för affärsmannen vilken vinst denne gör], *Kommersant*, 28 september 2001.

2.2.2 Situationen för forskarna i stort

På en aggregerad nivå kan man konstatera att det sovjetiska arvet och den förda politiken under 1990-talet för rysk civil FoU har inneburit:

- radikalt minskad sysselsättning: inom den civila forskningen från cirka 2 miljoner 1990 till 0,8 miljoner år 2000³⁵ och inom den militära från drygt 1,5 miljoner till 0,5-0,7 miljoner under samma period;
- att omkring 50 000 forskare, framför allt matematiker, fysiker, kemister och biologer, nödgats lämna Ryssland för att arbeta i andra länder;³⁶
- att tillströmningen av yngre specialister minskat intill kritisk nivå. Medelåldern för akademimedlemmarna har stigit till 70 år, för doktorer till mer än 60 år och för licentiat³⁷ till närmare 55 år;
- att forskningsapparaturen inte har förnyats på 8 – 10 år. Med föråldrad och sliten utrustning blir det omöjligt att uppnå resultat av modern internationell klass;
- att tillgången till vetenskaplig information i form av böcker och tidskrifter (särskilt utländska) minskat till mindre än hälften. Betydande minskning har också skett av forskningsseminarier och konferenser;
- att forskarlönerna minskat med mer än 80 procent, att långt ifrån alla doktorer och högskoleprofessorer har löner högre än existensminimum. För det övervägande flertalet licentiat³⁸ och särskilt för yngre specialister är även detta minimum ouppnåbart samtidigt som bostadsproblemet ävenledes kan vara akut. De tvingas leva i armod eller söka sin utkomst i annan verksamhet eller utomlands;
- att budgetfinansieringen av forskningsinstitut³⁹ minskat till mindre än 5 procent. Samtidigt har avgifter för vatten och avlopp, el m.m. ökat kraftigt. I institutsbudgeterna har lönernas andel ökat från mindre än 50 procent till mer än 80 procent. Till egentlig forskning, materiell förnyelse återstår praktiskt taget inget;
- att antalet nya patent sjunkit från ca 45 000 1990 till ca 27 000 1998;³⁸
- att antalet avhandlingar under 1990-talet på licentiat- och doktorsnivå sjunkit med nära hälften.³⁹

³⁵ "Bez bolsjoj nauki ..." [Utan stor vetenskap har Ryssland ingen framtid], *Sovetskaja Rossija*, 19 september 2000.

³⁶ Härigenom har enligt en annan källa mängden av högproduktiva forskare i åldern 25 – 40 år åderlåtits katastrofalt, kanske med 80 – 90 procent. Letochov, V., "Sovetsko-rossijskaja nauka" [Sovjetisk-rysk forskning], *Nezavisimaja gazeta – Nauka*, 18 april 2001.

³⁷ I Ryssland finns två forskarexamensnivåer med disputationsskrav – en högre nivå, doktorsexamen, och en lägre, kandidatexamen. I fortsättningen kallas den lägre för undvikande av missförstånd licentiatexamen.

³⁸ Nazarov, A, m fl "Nauka i bezopasnost Rossii" [Rysk vetenskap och säkerhet], RAN, "NAUKA", Moskva 2000

³⁹ Nazarov, A, m fl, op.cit

- att situationen förbättrats något sedan 1999 genom att staten då började uppfylla sina budgetåtaganden och att antalet forskare ökat något

Den allmänna nedgången som beskrivs ovan kan också sägas gälla för den militära sidan. För en mer detaljerad beskrivning av de ryska forskarnas situation har det ryska Institutet för naturvetenskapshistoria följt upp hur förändringarna under 1990-talet påverkat forskarna inom vetenskapsakademierna och deras professionella verksamhet.⁴⁰ Även om undersökningen endast gäller forskare inom vetenskapsakademierna finns det fog att anta att den bild som tecknas är någorlunda generell för ryska forskare i allmänhet.

Merparten av de intervjuade forskarna ansåg att man i Ryssland mot slutet av 1990-talet nått en kritisk gräns beträffande akademiforskningen som helhet. Endast en mindre andel ansåg att situationen var tillfredsställande. Bland anledningarna till krissituationen angavs otillräcklig finansiering, det allt djupare socioekonomiska sönderfallet, misstagen i den statliga forskningspolitiken samt frånvaron av strategi och taktik i reorganiseringen av forskningsverksamheten. Trots det bekymmersamma läget kunde det stora flertalet av intervjuade forskare ändå inte tänka sig att överge professionen p.g.a. en önskan att fortsätta med sitt forskningsarbete.

Under 1990-talet överskred prisökningarna i Ryssland med stor marginal ökningarna i forskarlöner.⁴¹ Mot mitten av 1990-talet började de materiella villkoren för en rad forskare att förbättras. Detta hade inte sin grund i förbättrad budgetfinansiering av forskningen utan i dels begynnande projektfinansiering från bl.a. privata och utländska källor, dels en starkt ökad omfattning av extraförtjänster vid sidan av ordinarie arbete men som regel inom ramen för den vetenskapliga professionen. Efter rubelkrisen 1998 var ”forskningsarbetarna tio gånger fattigare än i början av 1990-talet”. Hos det absoluta flertalet var lönen väsentligt mindre än existensminimum (omkring 1000 rubel per månad).

Institutet för naturvetenskapshistorias undersökning pekar på en rad föreställningar om rysk forskning som det menar är felaktiga. Diskriminering av unga forskare skulle vara en sådan. Föreliggande studie menar att de unga forskare som undersökningen omfattat fått betydligt mer finansiellt stöd genom inhemska program och anslag än andra åldersgrupper.⁴² Samtidigt visar undersökningen en mycket liten andel unga forskare inom elitforskningen. De mest produktiva forskarna återfinns i åldrarna 41–60 år när de erfarenhetsmässigt borde vara mellan 30 och 45 år.

Undersökningen utreder också forskarnas inställning till att lämna landet och menar att denna har förändrats sedan början av 1990-talet, när utvandringen verkligen var ett problem. Enligt undersökningens siffror minskade andelen som önskade lämna Ryssland från 20 till 2 procent mellan 1994 och 1996. 1996 och 1998 svarade 40 procent av forskarna att de inte på några villkor ville lämna Ryssland medan 40 procent skulle vilja arbeta utomlands en bestämd tid men sedan återvända.

Andelen forskare som lämnat landet uppskattas till ca 10 procent, men uppgifterna är här inte entydiga. I början av 1990-talet emigrerade nära nog mangrant en rad biologiska laboratorier, men instituten för humanistisk forskning tappade endast enstaka personer. Den amerikanska efterfrågan på ryska forskare och tekniker kan framför allt konstateras gälla unga fysiker,

⁴⁰ Mirskaja, J., ”Rossijskaja akademitjeskaja nauka v zerkale ...” [Ryska akademiforskningen i sociologins spegel], *Nezavisimaja gazeta - Nauka*, 24 maj 2000.

⁴¹ Uppgift för december 1999. ”Rossijskaja ekonomika v 1999 godu” [Ryska ekonomin 1999], *Izvestija*, 11 januari 2000.

⁴² Mirskaja, J., op.cit.

matematiker och dataspecialister.⁴³ Det finns också bedömare som menar att ryska forskare i USA utsätts för klar lönediskriminering och utnyttjas för ”vetenskaplig handräckning”.⁴⁴

Sammanfattningsvis drar man i undersökningen slutsatsen att trots att 1990-talet inneburit att akademiinstitutens forskarkårer åderlåtits, så har åderlåtningen inte varit lika stor som inom branschforskningen. Andra studier av den statligt auktoriserade akademisektorn⁴⁵ menar att den i FoU-arbete engagerade andelen av befolkningen har minskat från 1,1 procent 1990 till 0,6 procent 1998.⁴⁶

En analys av åldersstrukturen bland de ryska forskarna är belysande för problemen. Akademi-sektorn uppvisar en något mer positiv bild än FoU-området som helhet.⁴⁷ Exempelvis är här 28,3 procent av forskarna yngre än 40 år mot 25,8 procent inom FoU som helhet. Och andelen doktorer och licentiaterna yngre än 50 år är 19,1 resp 51,8 procent att jämföra med 17,3 resp 43,5 procent för hela FoU-området. Samtidigt är andelen doktorer och licentiaterna äldre än 60 år mindre. En egenhet för akademisektorn är en i många fall betydligt fördelaktigare åldersstruktur ute i regionerna.

Tillströmningen av ungdomar till forskningen har minskat kraftigt.⁴⁸ 1997 rekryterade Vetenskapsakademien 1 100 personer, vilket är hälften av nytilskottet 1990. Forskarutbildningen har förlorat i betydelse för rekryteringen. Av de studenter som 1998 avslutade sin forskarutbildning fullföljde endast cirka 10 procent med disputation (jämfört nästan 14 procent 1994).

Andelen forskare yngre än 40 år vid akademiens forskningsinstitut minskade från 42 procent 1992 till 28 procent 1998 och andelen forskare äldre än 60 år hade under samma period ökat från drygt 8 procent till 20 procent. Mer än 50 procent av de aktiva doktorerna hade 1998 passerat pensionsåldern mot knappt 40 procent 1992. Allt detta har medfört ett snabbt åldrande av forskarkåren och vid kommande generationsskifte blir problem med att upprätthålla kontinuiteten ofrånkomliga.

På sikt bedöms endast en fjärdedel av forskarkåren kunna bibehållas. Den sammanfattande slutsatsen blir att om inte forskningens situation i landet radikalt ändras så kommer det om 20 – 30 år praktiskt taget inte att finnas någon forskare yngre än 50 år som ägnar sig åt grundforskning.

De låga forskarlönerna är en av huvudorsakerna till att ungdomar inte söker sig till forskarkyrket.⁴⁹ Enligt vissa analyser syns lönevillkoren för forskare emellertid vara på väg mot en förbättring. Enligt officiell statistik var snittlönen 1992 – 1994 inom FoU-området jämfört med industrin 20-30 procent lägre, i början av 1999 var skillnaden endast 5 procent. Det kan argu-

⁴³ Varsjavskij, A. E., ”Akademitjeskij sektor nauki ...” [Akademiforskningen i en övergångsperiod], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 11, 2000.

⁴⁴ Se t ex Kokosjin, A., ”Rossija mozjet ...” [Ryssland kan förbli utan högteknologier], *Nezavisimaja gazeta – Pol .ek.*, 22 juni 1999.

⁴⁵ Omfattande Ryska Vetenskapsakademien, Ryska akademien för medicinsk forskning, Ryska akademien för lantbruksvetenskap, Ryska utbildningsakademien, Ryska akademien för arkitektur och byggnadsvetenskap samt Ryska konstakademien.

⁴⁶ Varsjavskij, A. E., ”Akademitjeskij sektor nauki ...” [Akademiforskningen i en övergångsperiod], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 11, 2000.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Laritjev, O., m.fl., ”Rossijskaja fundamentalnaja nauka ...” [Rysk grundforskning i tredje årtusendet], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 1, 2001.

⁴⁹ Varsjavskij, A. E., ”Akademitjeskij sektor nauki ...” [Akademiforskningen i en övergångsperiod], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 11, 2000.

menteras att dessa siffror emellertid inte stämmer med verkliga förhållanden. Officiella statistiken betraktar genomsnittslöner i hela federationen. Mera korrekt vore att jämföra genomsnitt på den regionala nivån, där de regionala skillnaderna beaktas. I merparten av regionerna, särskilt i de största vetenskapliga centra Moskva och Sankt Petersburg är genomsnittslönen inom FoU-området betydligt lägre än inom respektive regions.

De regioner som har den lägsta snittlönen för forskare jämfört med medellönen inom regionen (mindre än 70 procent) omfattar cirka en tredjedel av de inom landet FoU-verksamma. Läget när det gäller forskarlöner är mest bekymmersamt i avlägsna regioner och i Rysslands största forskningstäta städer. Moskva tillhör de regioner som har den allra lägsta forskarlönen jämfört med lönenivån inom den regionala ekonomin (60 procent).

Ödeläggandet av den tekniska basen för forskningen har också inverkat starkt hämmande på själva forskningsprocessen och bidragit till svårigheten att nyrekrytera forskare.⁵⁰ 1990-talets ökande kostnader för kommunal service, energi m m, oavbrutna prisstegringar på utrustning och material har medfört att instituten inte kan förse forskningsverksamheten med erforderlig materiel, utrustning, material, reagens, vetenskaplig litteratur etc. Institutens tekniska utrustningsnivå har därför märkbart försämrats i jämförelse med motsvarande institut i Väst. Inom samtliga prioriterade forskningsområden finns brister när det gäller modern utrustning. Inom mer än 70 procent av dessa finns endast enstaka exemplar av modern apparatur och 7 – 8 procent saknar alldeles modern utrustning.

2.2.3 Finansiering av civil och militär FoU

Civil FoU

Enligt den ryska forskningslagen skall inte mindre än fyra procent av den federala budgetens utgiftssida avdelas till ”forskning och utveckling av civil betydelse”.⁵¹ Icke desto mindre har tilldelningen under de senaste fem åren i praktiken endast blivit

År	Procent
1997	2,88
1998	2,23
1999	2,02
2000	1,85
2001	1,75 ⁵²

I budgeten för 2001 kom dessutom anslagna medel att urholkas med nära 50 procent på grund av nyligen avskaffade förmåner och subventioner.

En annan källa anger, i procent av BNP, hur den federala budgetens anslag till FoU utvecklats 1992 – 1999. Redovisningen omfattar posterna

- grundforskning och bidrag till teknisk-vetenskaplig utveckling(A);
- forskningsmedel från andra budgettitlar (B).

⁵⁰ Laritjev, O., m.fl., op.cit.

⁵¹ ”O nauke ...” [Om forskningen och den statliga teknisk-vetenskapliga politiken], *Rossijskaja gazeta*, 3 september 1996. En senare källa anger för åren 2000 och 2001 1,85 resp 1,84 procent. Sobolev, V.N., ”Nauku odevajut ...” [Inom forskningen är den enes bröd den andres död], *Sovetskaja Rossija*, 11 september 2001.

⁵² ”O Nauke...”

Posterna A och B har civil karaktär. Dessutom ingår
 - militär FoU (C)

Tabell 1. Budgetposter berörande FoU 1992 – 1999 i procent av BNP.⁵³

År	Civil FoU		Militär FoU	Total FoU
	A	B	A+B	C
1992	0,50	0,04	0,54	0,40
1993	0,41	0,08	0,49	0,42
1994	0,39	0,07	0,46	0,20
1995	0,29	0,07	0,36	0,22
1996	0,27	0,07	0,34	0,18
1997	0,35	0,08	0,43	0,28
1998	0,23	0,05	0,28	0,11
1999	0,29	0,09	0,38	-

Avsaknaden av uppgifter om militär FoU från 1999 beror på att delposterna i försvarsbudgeten sekretessbelagts från 1999. Det är utifrån angivna källor oklart om redovisade budgetposter för FoU skall ses som den från början antagna budgetlagens planmål eller om siffrorna är korrigerade för felande utbetalningar och frysningar (sekvestreringar) som regelmässigt skett under löpande budgetår med hänsyn till bl a det statsfinansiella lägets utveckling. En sådan reducering av anslagen kan i vissa fall ha skett med över 60 procent.⁵⁴ Gissningsvis rör vi oss här med de korrigerade värden. I alla händelser är beloppen i ett internationellt perspektiv extremt låga och placerar Ryssland i nivå med en rad utvecklingsländer. Eller uttryckt på annat sätt: Ryssland är vad gäller de statliga FoU-utgifternas omfattning närmast jämförbart med ett större multinationellt företag, t ex Asea Brown Boveri.⁵⁵

År 1990 uppgick det sovjetiska FoU-anslaget till 2,03 procent av BNP. Mellan 1992 och 1998 har de ryska använda budgetmedlen för civil och militär FoU minskat från 0,94 procent av BNP till 0,39 procent (se tabell 1). Som jämförelse noteras att motsvarande värden i väst ligger mellan 2 och 3 procent. I Ryssland har även dessa blygsamma summor betalats ut oregelbundet och i reducerad form. Det bör dock understrykas, att som framgått ovan, tillsammans med företagens egna investeringar i FoU uppgår summan till mellan 1,3–1,4 procent av BNP.

Enligt en interdepartemental utredning om *Perspektiv för den teknisk-vetenskapliga utvecklingen i Ryssland intill år 2010* initierad 1999 av det dåvarande Ministeriet för vetenskap och teknologi går cirka 40 procent av de civila forskningsmedlen i statsbudgeten till akademiforskningen.⁵⁶ Vetenskapsakademiens forskning finansieras i huvudsak över den federala budgeten. Nominellt får den drygt 25 procent av det civila FoU-anslaget, dvs budgetposterna ”grundforskning och stöd till teknisk-vetenskaplig utveckling”. En mera konkret belysning av finansieringskällor ger följande data för Vetenskapsakademin.

⁵³ Letochov, V., ”Sovetsko-rossijskaja nauka” [Sovjetisk-rysk forskning], *Nezavisimaja gazeta – Nauka*, 18 april 2001.

⁵⁴ Stanislav Simanovsky, ”Science and Technology in Russia – Problems and Prospects” *Berichte des Bundesinstituts für ostwissenschaftliche und internationale Studien*, nr 18, 1998

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Laritjev, O. I. m fl ”Rossijskaja fundamentalnaja nauka ...” [Rysk grundforskning i tredje årtusendet], *Vestnik Rossijskij Akademii Nauk* nr 1, 2001.

Tabell 2. Finansieringskällor för Vetenskapsakademins 1997.⁵⁷

Källa	Finansieringsandel i procent
Civila FoU-anslaget	70
Beställda uppdrag	12
Budgetfonder	11
Andra budgetposter	3 – 4
Extrabudgetära medel, bl a arrenden	< 4

Även med beaktande av komplementära finansieringskällor enligt ovan saknas praktiskt taget medel för att komplettera och förnya instrumentpark och utrustning, att förvärva material för forskningsarbetet, att organisera vetenskapliga expeditioner och utrusta vetenskapliga bibliotek. Situationen har förvärrats av den nedskärning av budgetarna med 15-30 procent under löpande budgetår som skett under praktiskt taget hela 1990-talet.

Nedgången av de statliga civila forskningsmedlen från senare delen av 1990-talet har nu möjligen i ett avseende nått en vändpunkt. Den faktiska utbetalningen av medel har nämligen uppnått sedan 1999. Den federala budgetens anslag till ”grundforskning och bidrag till teknisk-vetenskaplig utveckling” uppvisar dock en gradvis minskande andel av statsbudgetens utgifter från 2,88 procent 1997 till 1,84 procent 2001. I regeringens budgetförslag för 2002 minskades denna andel till 1,5 procent. Indexering för fördyringar har då inte gjorts för en stor del av kostnaderna, bl a löner. Radikal nedskärning av antalet akademiinstitut och forskningscentra jämte personal har också föreslagits.⁵⁸

Militär FoU

Storleken på finansieringen av rysk militär FoU är svår att uppskatta. I det sovjetiska försvarssystemet rådde total avsaknad av offentlig insyn. Idag är den ryska försvarsbudgeten offentligt tillgänglig men därmed inte sagt att den är informativ.⁵⁹ Utgifter för militär FoU fanns tidigare endast upptaget som en post, och sedan 1999 har denna inte heller uppgivits officiellt, utan ersatts av uttalanden på hög nivå och uppskattningar. Separata FoU-satsningar inom specifika vapengrenar eller teknikområden har således inte framgått.

The Military Balance uppskattar att FoU-medlen visserligen har ökat i absoluta tal, men att deras andel av försvarsbudgeten minskat från ca 13 till 10 procent mellan 1999 och 2001.⁶⁰ Som jämförelse gick 19 procent till FoU år 1990. Den procentuella minskningen av FoU:ns andel förklaras av att försvarsbudgeten ökade med mer än 40 procent mellan 1999 och 2000,

⁵⁷ Varsjavskij, A., ”Akademitjeskij sektor nauki ...” [Akademiforskningen i en övergångsperiod], *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk* nr 11, 2000.

⁵⁸ Sobolev, V.N., op cit; Zimina, T., ”Utjonyje ...” [Forskare införde korrigeringar i statsbudgeten], *Kommersant*, 28 september 2001; Morozova, Je., ”Sibirskije utjonyje ...” [Sibiriska forskare protesterade med pennan], *Kommersant*, 28 september 2001. Glaziev, S., ”Kolonialnyj bjudzet” [En kolonial budget], *Sovetskaja Rossija*, 4 oktober 2001. Hård kritik riktades mot det i oktober 2001 föreliggande budgetförslaget för 2002, som ansågs ensidigt inriktat på att tillfredsställa Rysslands kreditorer genom dryga avbetalningar på den stora utlandsskulden. Detta medför enligt resonemanget stora inskränkningar när det gäller att tillgodose angelägna behov t ex på det sociala området, inom utbildning och forskning. För försvaret innebar budgetförslaget en 30-procentig ökning i förhållande till 2001, men denna ökning kommer delvis att ätas upp av en inflation på 12–15 procent. Försvarsministeriet planerar 2002 att öka anslagen till materielköp, reparationer och FoU, och från 1 juli 2002 har man utfäst sig att fördubbla de militära traktamentena. Se Safonov, D., ”Oborona ne mozjet ...” [Försvaret kan inte vara gratis], *Izvestija*, 26 september 2001.

⁵⁹ Endast 3 av 128 poster i försvarsbudgeten redovisas öppet, ett förhållande som kritiserats av ett flertal politiker, bl a av Försvarskommitténs vice ordförande A. Arbatov, *Moscow News* nr 37, 25sep–1 okt 2002

⁶⁰ *The Military Balance 2001/2002*, International Institute for Strategic Studies (IISS), London, 2001, s.110.

men att FoU-andelen förblev kring 12 procent. Uppskattningsvis uppgick utgifterna enligt *The Military Balance* för FoU i försvarsbudgeten 2000 till ca 5 miljarder USD och år 2001 till ca 6 miljarder USD.⁶¹ Denna uppskattning ligger värdemässigt bland de högsta, eftersom institutet använder ett PPP-tal (Purchasing Power Parity) som ger en dollarkurs på något mer än 5 rubel. Den officiella växelkursen har under det senaste året varierat mellan 25 och 32 rubel per dollar, men får anses vara klart missvisande. Det vedertagna PPP-talet för de aktuella åren ligger mellan 6,5–7,5 och skulle i genomsnitt ge en nivå på ca 2,2 miljarder dollar 2000 och 3.1 miljarder 2001⁶². Dessa nivåer ligger sannolikt närmare sanningen. Det är i sammanhanget intressant att konstatera att den statliga försvarsbeställningen enligt ryska uttalanden avsatte ca 40 procent till FoU-beställningar både 2001 och 2002, dvs ca 30 miljarder rubel, eller runt 4 miljarder dollar enligt samma PPP-omräkning.⁶³

Enligt *The Military Balance* uppgick den ryska försvarsbudgeten år 2000 till ca 30 miljarder USD och 2001 till ca 44 miljarder USD.⁶⁴ För närvarande uppges att 30 procent av de budgeterade medlen skall gå till vapenutveckling och anskaffning. Resterande medel skall avsättas till trupprelaterade kostnader. Enligt försvarsminister Sergej Ivanov skall denna balans uppgå till 40/60 år 2006 för att år 2011 avsätta 50 procent till FoU och anskaffning.⁶⁵ Det sägs emellertid inte något om fördelningen mellan dessa poster. I tidigare planer talades det om satsningar på FoU för framtida vapensystem och modernisering av befintliga system fram till 2006-2007, medan anskaffning av ny materiel skulle påbörjas först efter detta datum. Enligt ett beslut i Säkerhetsrådet i oktober 2001 ändrades denna inriktning. Med början redan år 2002 skall relationen mellan FoU och anskaffning stegvis förskjutas mot ökande anskaffning. Sålunda minskade andelen FoU i den statliga försvarsbeställningen (GOZ) från 41 procent 2001 till 37 procent 2002. i framtiden skall anskaffningen svara för 65-70 procent, medan FoU tilldelas ca 15 procent av GOZ.⁶⁶ Under dessa förhållanden kommer det inte att vara gjort i en handvändning för Ryssland att befinna sig på framkant inom ett bredare teknologispektrum. Man kommer även fortsättningsvis att vara tvungen att prioritera utvalda områden. I jämförelse med NATOs bedömda totala FoU-satsningar 2010 skulle de ryska endast utgöra ca 3–5 procent och i jämförelse med de amerikanska 6–7 procent.

Tabell 3 visar försvarssektorns totala utgifter inklusive anskaffning, FoU samt militärindustriell produktion.

Tabell 3 Totala utgifter för försvarssektorn inkl. anskaffning och FoU samt militärindustriell produktion, 1991=100

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Totala försvarsutgifterna	100	66	56	54	36	32	34	28	34	35
Anskaffning	100	42	29	26	18	12	16	9	11	17
FoU	100	50	28	27	23	13	28	13	18	28
Militärindustri	100	50	33	20	17	13	9	10	14	19

Källa: Rysk officiell statistik bearbetad av prof. Julian Cooper samt egna beräkningar. Tabellen tagen från Jan Leijonhielm m.fl., *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning 2000*, s. 58.

⁶¹ Ibid.

⁶² Beräkningar gjorda av RECEP, Moskva 2002.

⁶³ Internet <http://ia.vpk.ru>.

⁶⁴ *The Military Balance 2000/2001*, s. 119.

⁶⁵ S. Saradzhyan, "Future Russian defense budgets may feature line items", *Defense News*, 14 maj 2001.

⁶⁶ *SIPRI:s årsbok 2002*, s. 262-263.

Militär FoU skall enligt militärreformen prioriteras fram till år 2005. Av tabell 3 framgår bl.a. att utgifterna för militär FoU minskade fram till 1997 för att detta år öka med det dubbla. Ryckigheten illustreras av att utgifterna 1998 åter föll tillbaka till 1996 års nivå, för att sedan öka med drygt 100 procent mellan 1998 och 2000. Tabellen visar också att FoU i relativa termer under senare delen av 1990-talet har varit prioriterat relativt anskaffning. Utöver de medel som avdelas i den statliga budgeten tillkommer företagens självfinansiering, huvudsakligen genom exportintäkter. Den exakta storleken på denna är inte känd, men den är avsevärt större än den statliga och dess andel är växande.

3 Rysk militär forskning, kritiska teknologier och vapensystem

I detta kapitel redovisas först kortfattat den sovjetiska FoT- och försvarsindustristrukturen. Därefter definieras vad som idag menas med det militärindustriella komplexet (MIK) och tillhörande FoU-organisationer varefter den militära FoU:ns organisatoriska struktur av idag behandlas översiktligt. Efter en övergripande branschgenomgång redovisas sedan rysk, svensk och amerikansk syn på rysk militär forskning, kritiska teknologier och vapensystem.

3.1 *Det sovjetiska arvet*

Sammanfattning

Den militära FoU:n har drabbats hårt under 1990-talet och problemområdena fortsätter under det nya millenniets inledning att vara legio. Problemen är personella, materiella och finansiella. Förutom hjärnflykten råder en mycket ofördelaktig åldersstruktur inom den militära FoU:n med en medelålder överstigande 50 år.

Trots detta har Ryssland lyckats bevara en större del av den sovjetiska militärtekniska förmågan än vad många bedömare trodde var möjligt i början av 1990-talet. Det största hindret mot en rationalisering och effektivisering av den ryska militära forskningen och övriga delar av MIK har varit de strukturella problemen. Ryssland ärvde Sovjetunionens byråkratiska system. En rad försök till strukturella (organisatoriska) förändringar har gjorts. På grund av byråkratiska maktkamper har MIK och den militära forskningen i realiteten saknat effektiv ledning under 1990-talet.

Den militära forskningens administrativa överbyggnad och sekretess har bidragit till att de för en planekonomi karaktäristiska fenomenen inkrementell teknologisk utveckling, svag innovativitet och långsam teknologidiffusion, fortfarande är aktuella problem inom dagens ryska försvarsforskning. Tvärvetenskapligt och interdisciplinärt samarbete är svårt att få till stånd inom ramen för dagens system.

Att forskningsverksamhet ändå överlevt beror till stor del på stor redundans i det tidigare sovjetiska systemet, samarbete med, och stöd från, utlandet samt exportinkomster som delvis återinvesterats i FoU.

3.1.1 *Den sovjetiska FoU-strukturen*

Ryssland ärvde Sovjetunionens administrativa och strukturella system och ännu idag lever sovjetiska komponenter och tankemönster kvar inom många ryska samhällssektorer. Under hela 1990-talet fick detta implikationer på områden av betydelse för FoU-verksamheten som t.ex. den statliga industri- och innovationspolitiken, privatiserings- och konverteringsutformningen, reformeringen, eller avsaknaden av en sådan, företagskulturen och det traditionella ledarskapet samt avsaknaden av allmän transparens och flexibilitet i systemet. Vill man förstå bristerna inom dagens ryska FoU- och produktionssystem är det därför av vikt att känna till det sovjetiska FoU-systemets struktur.

Sovjetunionen hade världens största forskar- och ingenjörskår engagerad i FoU-arbete där hela stängda städer med inriktning på NBC-vapenforskning ingick.

Exakt hur många som arbetade inom Sovjetunionens militärindustriella komplex är fortfarande okänt. Auktoritativa källor uppger relativt samstämmigt att någonstans mellan 9 och 10 miljoner personer var sysselsatta inom MIK under senare delen av 1980-talet. Av dessa var 1,5-1,7 miljoner engagerade inom FoU.⁶⁷ Det faktum att försvarskomplexet även innehöll en betydande civil komponent innebar emellertid att inte alla var direkt involverade i militär produktion. Den militära delen tog 50-60 procent av MIK:s personal i anspråk, vilket innebar att 4,7-5,7 miljoner personer var direkt involverade i produktionen av krigsmateriel.⁶⁸

Därtill tillkom, enligt Vitalij Katajev, ca 550 000 personer i den civila sektorn som tillverkade militär utrustning (dock ej vapen) och knappt 400 000 personer som lydde under Försvarsministeriet och som sysslade med underhåll av vapen och materielsystem. Katajev var tidigare vice ordförande i sovjetiska kommunistpartiets centralkommittés avdelning för försvarsindustri och är en av mycket få som skrivit om MIK med kunskap inifrån systemet.⁶⁹

Enligt Vitalij Katajev och andra initierade ryska bedömare var dock MIK inget resursförbrukande monster som slukade 70 procent av BNP. Han menar att beskrivningen att Sovjetunionen inte bara *innehöll* ett militärindustriellt komplex utan i sig *var* ett militärindustriellt komplex är felaktig. Mer korrekt är enligt Katajev karaktäriseringen av MIK som en tjur i en porslinsaffär. MIK:s andel av den sovjetiska arbetskraften uppgick till cirka 8 procent och MIK förbrukade i fredstid 7-10 procent av de materiella insatsvarorna. Eftersom MIK samtidigt var den sovjetiska industrins resurseffektivaste del stod MIK för en procentuellt större andel av produktionen trots den ringa insatsen. Det stora resursslöseriet försiggick genom upprätthållandet av en stor militärindustriell mobiliseringskapacitet och inom den relativt ineffektivare civila sektorn.⁷⁰ Det är också viktigt att komma ihåg att inte ens de försvarsindustriella ministerierna och företagen var befriade från planekonomins brister. MIK var inte heller någon monolit utan konstruktionsbyråer, serietillverkningsföretag, planerare och militärer hade allt som oftast divergerande intressen och incitament.⁷¹

När det gäller forskning och utveckling var slagsidan mot militär FoU större än vad gäller den industriella produktionen eller personalen. Ungefär 70 procent av den FoU som bedrevs inom MIK var av militär karaktär. Uppgifter tyder på att MIK under senare delen av 1980-talet stod för ca 75 procent av all industriell FoU i Sovjetunionen. De 30 procent som ägnades åt civil FoU inom MIK utgjorde följaktligen nästan 50 procent av Sovjetunionens civila industriella FoU varför MIK:s bidrag i absoluta tal ändå var mycket substantiellt.⁷²

⁶⁷ Vitalij Katajev, "MIC: The View From Inside" i Vlad Genin (red.) *The Anatomy of Russian Defence Conversion*, (Vega Press, Walnut Creek, Kalifornien, 2001), s. 58 och Julian Cooper, "The Soviet defence industry heritage and economic restructuring in Russia" in Lars Wallin (ed.), *The Post-Soviet Military/Industrial Complex*, FOA Symposium 20 oktober 1993, s. 30.

⁶⁸ Vitalij Katajev, s. 58 och Julian Cooper, *The Soviet Defence Industry – Conversion and Reform*, The Royal Institute of International Affairs, (Pinter Publishers, London, 1991), s. 13.

⁶⁹ Vitalij Katajev, s. 59.

⁷⁰ Vitalij Katajev, "MIC: The View From Inside" och Vitalij Sjlykov, "The Soviet System of Mobilisation Preparedness" och "The Structural Militarization of the Soviet Economy: The Unknown Phenomenon" i Vlad Genin (red.) *The Anatomy of Russian Defence Conversion*, (Vega Press, Walnut Creek, Kalifornien, 2001).

⁷¹ För en djupgående analys se Almquist, Peter, *Red Forge – Soviet Military Industry Since 1965*, Columbia University Press, New York, 1990.

⁷² Julian Cooper, *The Soviet Defence Industry – Conversion and Reform*, s. 14.

Med militärindustriell mobiliseringskapacitet som högsta punkt på dagordningen fick högteknologiska produkter och konsumtionsvaror för civilt bruk lägre prioritet. Generellt kan sägas att bristande överensstämmelse rådde mellan produktion och allmänna behov och att produktionssystemet snarare expanderade av hänsyn till politiska-militära och institutionella faktorer än av ekonomiska.

Försvarsindustrin var från början av 1930-talet den mest prioriterade sektorn inom den sovjetiska industrin och åtnjöt en särställning hos staten och kommunistpartiet.⁷³ Sin huvudsakliga utformning fick försvarsindustrin inkl. FoU-komplexet under andra världskriget då stora FoU-ansträngningar behövde mobiliseras för att stärka den militära potentialen. För att kunna identifiera teknikprojekt av nationell betydelse och implementera storskaliga FoU-projekt fann sovjetstaten behov av att koncentrera personella, materiella och finansiella resurser till denna sektor. Såväl civil som militär FoU-infrastruktur organiserades därmed enligt generella sovjetiska administrationsprinciper. Under 1970- och 1980-talen omfattade MIK per definition de nio branschministerier som översågs och samordnades av den militärindustriella kommissionen (VPK) (se nedan). Ytterligare åtta ministerier hade en avsevärd produktion för försvarsindustrin.⁷⁴

Eftersom dagens struktur till stora delar påminner om den sovjetiska visas i figur 1 den typiska strukturen för ett sovjetiskt branschministerium (i fig. 1 benämnt *Industriministerium*) med ansvar för en del av försvarsindustrin. Statliga planeringskommittén (Gosplan) och Statliga kommittén för vetenskap och teknik (GKNT) var två av fyra första rangens ministerkommittéer underställda den sovjetiska regeringen (ministerrådet).⁷⁵ Gosplan utarbetade de ekonomiska ett- och femårsplanerna. GKNT:s uppgift var att formulera de statliga planerna för FoU och innovationspolitik samt att svara för de vetenskapliga resultatens och innovationernas utnyttjande i den civila produktionen.⁷⁶ Den militärindustriella kommissionen VPK samordnade de försvarsindustriella branschministerierna och översåg att de försvarsindustriella planmålen uppnåddes. VPK hade också till uppgift att säkerställa FoU-resultatens och innovationernas utnyttjande i den militära produktionen.⁷⁷

⁷³ För en initierad och lättillgänglig framställning av det sovjetiska militärindustriella komplexets framväxt se Lennart Samuelson, *Röd koloss på larvfötter – Rysslands ekonomi i skuggan av 1900-talskrigen*, (SNS Förlag, Stockholm, 1999).

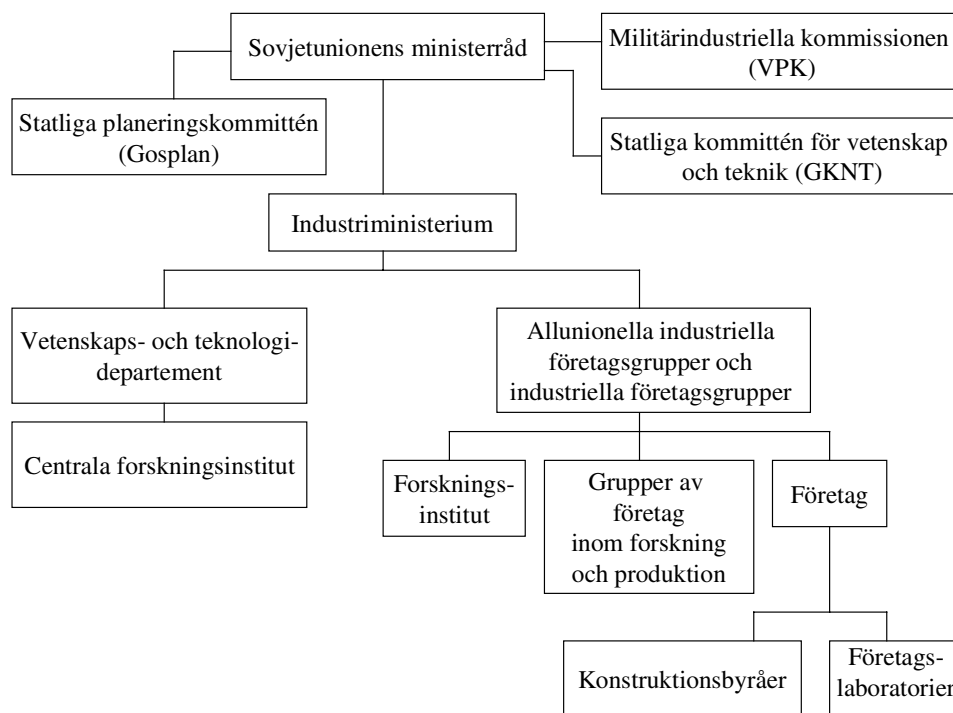
⁷⁴ De nio branschministerierna var under 1970- och 80-talet ministeriet för försvarsindustri (konventionella vapen), ministeriet för allmän maskinbyggnad (interkontinentala robotar), ministeriet för medeltung maskinbyggnad (kärnvapen), ministeriet för maskinbyggnad (ammunition), ministeriet för flygindustri, ministeriet för skeppsbyggnad, ministeriet för elektronisk industri, ministeriet för radioindustri och ministeriet för telekommunikationsindustri. 1989 slogs ministeriet för medeltung maskinbyggnad, som tillverkade kärnvapen, samman med ministeriet för kärnkraft. Detta ministerium fick sedermera namnet ministeriet för atomenergi (Minatom) och omfattar idag hela det civila och militära nukleära komplexet. Minatom var det enda av dessa ministerier som inte upplöstes vid Sovjetunionens sönderfall 1991. De övriga åtta ministerierna var ministeriet för kemisk industri, ministeriet för elektrisk utrustning, ministeriet för petroleumraffinering och petrokemi, ministeriet för bilindustri, ministeriet för kraftgenereringsutrustning, ministeriet för traktorer och jordbruksmaskiner, ministeriet för tung maskinbyggnad och transporter, ministeriet för instrumentbyggnad, automatiseringsutrustning och styrsystem. William Odom, *The Collapse of the Soviet Military*, (Yale University Press, 1998), kapitel 4 "*The Permanent War Economy*", s. 49-64.

⁷⁵ De övriga var Gosstroj med det yttersta ansvaret för anläggningsinvesteringar och Gosstab med ansvar för varornas övergång mellan olika förädlingsstadier.

⁷⁶ Peter Almquist, *Red Forge – Soviet Military Industry Since 1965*, s. 194; Andreas Ådahl och Adam Perlowski, *Sovjetunionens näringsliv*, (Liber, Lund, 1978), kap. 24 "Vetenskap och teknisk utveckling" och Mats Bäck och Jan Åke Dellenbrant, *Politik i Sovjetunionen*, (Liber, Malmö, 1982), s. 79.

⁷⁷ Peter Almquist, *Red Forge – Soviet Military Industry Since 1965*, s. 23-24.

FoU-instituten låg under de specifika branschministerierna och till skillnad från dagens tanke om koncentrerade kunskapscentra, där leden mellan forskning, innovation, utbildning och produktion skall vara så korta som möjligt, så var de sovjetiska forskningsinstituten ofta separerade från både produktions- och utbildningscentra. Andra institut, också de avskilda från industrin, var istället specialiserade på design- och konstruktionsutformning. Tvärvetenskapligt och interdisciplinärt samarbete, honnörsord inom dagens västliga FoU-system, var svårt att få till stånd inom ramen för detta system. Där lämnades inget utrymme för den typ av korsbefruktnings mellan discipliner som ägde rum i väst, och som drev den tekniska utvecklingen framåt. Istället var barriären för innovationsdiffusion mellan de isolerade branschministerierna hög och ledde till mycket dubbelarbete.



Figur 1. Typisk FoU-organisation inom ett sovjetiskt industriministerium.⁷⁸

⁷⁸ Samtal med prof. Julian Cooper, Centre for Russian and East European Studies (CREES), Birmingham, England, juni 2001 samt egna tillägg.

3.1.2 Sovjetisk underrättelseinhämtning avseende forskning och teknik

Sammanfattning

En karaktäristisk egenhet hos det sovjetiska forskningssystemet var det stora beroendet av utländska kunskaper. Sovjetunionen byggde upp världens största legala och illegala insamlingsapparat för FoT-information.

Statliga kommittén för vetenskap och teknik (GKNT) hade bl.a. till uppgift att upprätthålla kontakter med framförallt västländerna i syfte att öka insamlingen av FoT-information. Personal från KGB och den militära underrättelsetjänsten (GRU) stationerades regelmässigt vid GKNT. Praktiskt taget alla teknisk-vetenskapliga relationer mellan Sovjetunionen och utlandet styrdes av dessa underrättelseofficerare. Många av dem var placerade vid sovjetiska ambassader utomlands med täckbefattning som officiella representanter för GKNT.

För insamling av utländsk FoT-relaterad information fanns fem organ: KGB:s direktorat T; GRU; GKNT; En hemlig avdelning inom den ryska vetenskapsakademin (RAN) och statliga kommittén för utrikes ekonomiska relationer GKES. Den största och viktigaste insamlaren bland de fem var KGB:s direktorat T. Tillsammans stod KGB och GRU för 90 procent av de viktigaste underrättelserna.

Den sovjetiska FoT-insamlingen koncentrerades under det kalla kriget till mycket stor del mot huvudmotståndaren USA. Det enorma inflödet av i synnerhet amerikansk FoT är också en av förklaringarna till att Sovjetunionen under det kalla kriget framstod som en militär supermakt trots en i andra avseenden tredjevärldenliknande uppsättning sociala, ekonomiska och miljömässiga förhållanden.

Men trots att Sovjetunionen förfogade över världens största system för insamling och delgivning av FoT i kombination med en enorm kader av välutbildade forskare och tekniker lyckades man inte minska den teknologiska eftersläpningen. Förklaringen låg i första hand i planekonomins strukturella svagheter. I takt med att det teknologiska gapet växte blev det sannolikt svårare för den sovjetiska industrin att tillgodogöra sig den inhämtade FoT-informationen.

Slutet på det kalla kriget innebar nya möjligheter för SVR, arvtagaren till KGB:s utrikesunderrättelsetjänst, att komma över FoT-information. Utvidgade relationer inom handel och samriskföretag erbjöd nya insamlingstillfällen. Men samtidigt hade upplösningen av kommandoekonomin och oredan inom MİK kraftigt minskat efterfrågan på utländsk FoT.

En karaktäristisk egenhet hos det sovjetiska FoT- och FoU-systemet var det stora beroendet av utländska kunskaper. Redan 1925 identifierade KGB:s grundare Felix Dzerzjinskij västerländsk FoU och FoT som ett prioriterat underrättelsemål. Övertygelsen om vikten av att inte halka efter i den tekniska utvecklingen förstärktes under andra världskriget. Sovjetunionen byggde upp världens största legala och illegala insamlingsapparat för FoU- och FoT-information. Detta system fungerade delvis som ersättning för, delvis som komplement till inhemsk forskning.⁷⁹ Under det kalla kriget förklarar det enorma flödet av FoT (i synnerhet

⁷⁹ Peter Almquist, *Red Forge – Soviet Military Industry Since 1965*, s. 79 och 111.

amerikansk) bl.a. varför Sovjetunionen kunde vara en militär supermakt med en tredjevärldenliknande uppsättning sociala, ekonomiska och miljömässiga förhållanden.⁸⁰

GKNT var det samordnande organet för hela den civila industriella forskningen och sammanställde dess underrättelsebehov. Dess uppgift var bl.a. att upprätthålla kontakter med andra länder i syfte att främja det teknisk-vetenskapliga samarbetet i vilket ingick att underlätta och öka insamlingen av FoT-information, främst genom att upprätta nära samarbete med forskare och tekniker i väst. En stor del av informationsflödet var dock enkelriktat i riktning till Sovjetunionen.⁸¹

Vid GKNT stationerades regelmässigt personal från KGB och GRU. Praktiskt taget alla teknisk-vetenskapliga relationer mellan Sovjetunionen och utlandet styrdes av dessa underrättelseofficerare. Många av dem var placerade vid sovjetiska ambassader utomlands med täckbefattning som officiella representanter för GKNT.⁸²

För att till fullo förstå den sovjetiska (militär)industriella strukturen måste också den mäktiga Militärindustriella kommissionen, *Vojenno-promyslennaja kommissija* (VPK), nämnas. VPK bildades ursprungligen 1938.^{83, 84} Dess uppgift var, som nämnts, att överse och koordinera de nio branschministerierna. VPK lydde under den sovjetiska regeringen och leddes av en förste vice premiärminister. Trots att den formellt inte hade ministeriums rang blev VPK den viktigaste maktgruppen inom sovjetregeringen.⁸⁵

På samma sätt som GKNT:s uppgift var att svara för FoT:ns utnyttjande i den civila produktionen ansvarade VPK för introducerandet av nya teknologier för användning inom MIK. GKNT och VPK var huvudaktörerna vid prioritering, selektering, godkännande och uppföljning av civila respektive militära FoU-projekt. De avgjorde också vilken information som skulle inhämtas från öppna utländska källor och vilka uppgifter som skulle inhämtas på illegal väg.⁸⁶

Inom Gosplan fanns också en avdelning för försvarsindustriella frågor med underavdelningar motsvarande de olika försvarsindustribranscherna. Vid utarbetandet av planmålen och ledningen av MIK hade VPK och Gosplan ett nära samarbete. Den slutliga målen för produktion av vapen och militära teknologier beskrivs av Vitalij Katajev som en kompromiss mellan försvarsledningens krav och landets reella militärindustriella produktionskapacitet.⁸⁷

För insamlingen av utländsk FoU- och FoT-relaterad information fanns fem organ:

⁸⁰ Bland annat byggde sovjetiska teknologier för radar, robotar och jetdrift på västerländska (amerikanska) dito.

⁸¹ Dragan Jovius, *Sovjethotet mot Norden*, (S:t Georgs Förlag, Stockholm, 1984), s. 237-238 och John Barron, *KGB – The Secret Work of Soviet Secret Agents*, (Reader's Digest Association, New York, 1974), s. 141-142.

⁸² John Barron, *KGB – The Secret Work of Soviet Secret Agents*, s. 141-142 och Christopher Andrew och Oleg Gordievsky, *KGB – The Inside Story*, (Hodder&Stoughton, London, 1990), s. 389-390, 445.

⁸³ Vitalij Sjlykov, "The Soviet System of Mobilisation Preparedness" i Vlad Genin (red.) *The Anatomy of Russian Defence Conversion*, (Vega Press, Walnut Creek, Kalifornien, 2001), s. 71.

⁸⁴ Redan 1915 upprättades Militärindustriella kommittén (Vojenno-promyslennyj komitet, också förkortat VPK) av privata företagare i syfte att snabbt kunna producera större mängder vapen. Detta kan sägas vara en tidig föregångare till den 1938 upprättade Militär-industriella kommissionen, också den kallad VPK. (Källa: Lennart Samuelson, *Röd koloss på larvfötter – Rysslands ekonomi i skuggan av 1900-talskrigen*, (SNS Förlag, Stockholm, 1999), s. 48.)

⁸⁵ Lennart Samuelson, *Röd koloss på larvfötter – Rysslands ekonomi i skuggan av 1900-talskrigen*, s. 265.

⁸⁶ Dragan Jovius, *Sovjethotet mot Norden*, s. 237-238 och John Barron, *KGB – The Secret Work of Soviet Secret Agents*, s. 141-142.

⁸⁷ Vitalij Katajev, "MIC: The View From Inside" i *The Anatomy of Russian Defence Conversion*, s. 55.

- KGB:s direktorat T,
- den militära underrättelsetjänsten GRU,
- statliga kommittén för vetenskap och teknik GKNT,
- en hemlig avdelning inom den ryska Vetenskapsakademin (RAN) och
- statliga kommittén för utrikes ekonomiska relationer GKES.⁸⁸

Värt att notera i sammanhanget är Vetenskapsakademiens intermediära roll som kontaktyta mellan utländska forskare och underrättelsetjänsterna och mellan civil och militär forskning.

Den största och viktigaste insamlaren bland de fem var KGB:s direktorat T. Tillsammans stod KGB och GRU för 90 procent av de viktigaste underrättelserna. Även om det mesta av materialet kom från öppna källor var den hemliga inhämtningen av avgörande betydelse.⁸⁹

Som exempel kan anföras att VPK år 1980 gav instruktioner avseende 3 617 insamlingsuppdrag. 1 085 av dessa löstes under året och kom 3 396 FoU-projekt till godo.⁹⁰ Samma år insamlade KGB totalt 5 456 prover (maskiner, komponenter, elektroniska kretsar m.m.). Av dessa gick 44 procent till MIK, 28 procent till den civila industrin förmedlade av GKNT och 28 procent till KGB och andra organisationer.⁹¹

Den sovjetiska FoT-insamlingen koncentrerades under det kalla kriget till mycket stor del mot huvudmotståndaren USA. 1980 härrörde t.ex. drygt 60 procent av all FoT-information från USA, ca 10 procent från Västtyskland, 8 procent vardera från Frankrike och England samt 3 procent från Japan.⁹² I Sverige riktades det sovjetiska industrispionaget mot områden som datateknik, elektronik, energiteknik, kemiteknik, bioteknik, materialteknikproduktionsteknik, transportteknik, byggnadsteknik, jord- och skogsbruk samt diverse militära teknikområden.⁹³

Vilken effekt hade då den insamlade tekniska kunskapen på den sovjetiska industriella produktionen?

Det faktum att skillnaden i teknisk utvecklingsnivå mellan Sovjetunionen och väst var minst på vapenområdet förklaras dels av att denna sektor var högprioriterad i den sovjetiska ekonomin, dels av den enastående och framgångsrika insamlingen av utländsk FoT. Enligt en uppskattning gjord av Pentagon var ca 70 procent av alla vapensystem i Warszawapakten baserade på västerländsk teknologi i början av 1980-talet. Till en häpnadsväckande stor grad var alltså båda militärblocken beroende av amerikansk tekniskt kunnande.⁹⁴

Inom vissa områden var dock Sovjetunionen tekniskt ledande tack vare att andra teknologier valts som utgångspunkt för vapenutvecklingen. Jfr vidare avsnitt 3.6.

Till skillnad från den militära sektorn förblev det teknologiska gapet gentemot väst inom den civila sektorn relativt stort. Från slutet av 1970-talet lades därför ökande tonvikt vid FoT-insamlingen i syfte att stödja den sovjetiska civila ekonomin. Även om statistiska uppgifter

⁸⁸ Christopher Andrew och Oleg Gordievsky, *KGB – The Inside Story*, s. 521-522.

⁸⁹ Ibid., s. 522.

⁹⁰ Christopher Andrew och Vasili Mitrokhin, *The Mitrokhin Archive*, (Penguin Press, London, 1999), s. 283.

⁹¹ Ibid., s. 285.

⁹² Christopher Andrew och Oleg Gordievsky, *KGB – The Inside Story*, s. 522.

⁹³ Charlie Nordblom, *Industrispionage*, (Timbro, Stockholm, 1984), bilaga 2.

⁹⁴ Christopher Andrew och Vasili Mitrokhin, *The Mitrokhin Archive*, s. 723-724.

saknas tyder det mesta på att omfattningen av FoT-insamlingen ökade under Gorbatsjovs perestrojka.⁹⁵ 1980 gav t.ex. KGB-chefen Andropov direktorat T i uppdrag att upprätta FoT-insamlingsplaner för att lösa de aktuella problemen inom det sovjetiska jordbruket, metallurgin, kraftgenereringen, och avancerade teknologier.⁹⁶

Trots att Sovjetunionen förfogade över världens största system för insamling och delgivning av FoT i kombination med en enorm kader av välutbildade forskare och tekniker lyckades man paradoxalt nog inte minska den teknologiska eftersläpningen. Gapet växte snarare än minskade. Förklaringen kan i första hand sökas hos planekonomins strukturella svagheter av vilka några är revirtänkande mellan forskningsbyråkrater, inkrementell teknologisk utveckling och långsam teknologidiffusion. Vartefter det teknologiska gapet växte blev det sannolikt också allt svårare för den sovjetiska industrin att tillgodogöra sig den inhämtade FoT-informationen.⁹⁷

Åtminstone fram till det att Gorbatsjov kom till makten doldes stagnationen från de sovjetiska ledarna i politiskt korrekta rapporter. Gorbatsjov var den förste ledaren efter andra världskriget som fick tillgång till någorlunda korrekt statistik rörande den sovjetiska ekonomins reella utveckling. Under den första perioden vid makten imponerades Gorbatsjov av den framgångsrika insamlingen av FoT-information. Men i takt med att han fick allt bättre insikt i stagnationen släppte han successivt tanken på att ingjuta liv i planekonomin och kom alltmer att inse att marknad var den bäst fungerande ekonomiska regulatören.⁹⁸

Slutet på det kalla kriget innebar nya möjligheter för SVR, arvtagaren till KGB:s utrikesunderrättelsetjänst, att komma över FoT-information. Utvidgade relationer inom handel, teknik, vetenskap och samriskföretag erbjöd nya insamlingstillfällen. Men samtidigt hade upplösningen av kommandoekonomin och oredan inom MIK kraftigt minskat efterfrågan på utländsk FoT. Enligt vissa bedömare har Kina, sannolikt inspirerat av de tidigare sovjetiska framgångarna, idag gått om Ryssland som ledande insamlare av öppen och hemlig FoT-information.

Vart tog då den sovjetiska FoU- och FoT-inhämtningsapparaten vägen efter 1991?

1993 skrev en välrenommerad västerländsk bedömare att delar av det nedlagda VPK levde vidare i olika organisationer i Moskva⁹⁹. Det 1992 bildade ryska Säkerhetsrådet tycktes då ha blivit ny hemvist för åtminstone delar av det gamla VPK. Och den viktiga ”tionde våningen” på Gosplan, avdelningen för militärindustrin, blev en avdelning inom dåvarande Ekonomiministeriet. Rent allmänt konstaterar Cooper att dessa administrativa strukturer hade en enastående förmåga att överleva transformeringen av det sovjetiska samhället.¹⁰⁰ År 2001 skrev en likaledes välrenommerad rysk bedömare att VPK:s funktioner fördes över till Försvarsministeriet.¹⁰¹

Säkerhetsrådets sekreterare Jurij Skokov (1992-93) och Oleg Lobov (1993-96) hade både ett förflutet inom MIK. Redan under Skokovs tid som sekreterare började s.k. interdepartemen-

⁹⁵ Christopher Andrew och Oleg Gordievsky, *KGB – The Inside Story*, s. 522.

⁹⁶ Christopher Andrew och Vasili Mitrokhin, *The Mitrokhin Archive*, s. 285.

⁹⁷ Ibid., s. 724.

⁹⁸ Ibid., s. 724-725.

⁹⁹ Ibid., s. 725.

¹⁰⁰ Julian Cooper, “The Soviet defence industry heritage and economic restructuring in Russia” in *The Post-Soviet Military/Industrial Complex*, s. 35-36.

¹⁰¹ Pavel Podvig (red.), *Russian Strategic Nuclear Forces*, (MIT Press, 2001, USA), s. 49.

tala kommissioner spela en roll. 1994 permanentades dessa och de skulle vara 10 till antalet. En av dessa var interdepartementala kommissionen för försvarsindustrifrågor. Ett koncept för ekonomisk säkerhet utarbetades under Lobovs tid som sekreterare och allt talar också för att en avdelning för ekonomisk säkerhet tillkom då. Under Kokosjins tid som sekreterare fanns även en avdelning för försvarsindustrisäkerhet. Sedan den tiden har ansvaret för frågor rörande MIK omväxlande legat antingen på Säkerhetsrådets avdelningar för ekonomisk säkerhet (tidvis benämnd Avd. för ekonomisk och industriell säkerhet), avdelningen för försvarsindustrisäkerhet eller interdepartementala kommissionen för militärindustriella frågor. Sedan september 2000 ligger ansvaret hos Interdepartementala kommissionen för försvarsindustriell säkerhet.¹⁰²

I denna interdepartementala kommission ingår ledningen för de ministerier och myndigheter som idag ansvarar för MIK tillsammans med bl.a. cheferna för (eller deras ställföreträdare) Försvarsministeriet, SVR, FSB, FAPSI och några utvalda försvarsindustriföretag. Nämnas bör också att chefen för det statliga företaget *Allryska forskningsinstitutet för interbranschinformation* ingår i kommissionen.¹⁰³

Till kommissionens uppgifter hör att utarbeta förslag till inriktning av statens politik för att säkerställa den försvarsindustriella säkerheten. Exakt vad som menas med försvarsindustriella säkerheten är dock något oklart. Vidare skall kommissionen göra prioriteringar avseende den nationella teknologiska basen, basteknologier och dubbelanvändningsteknologier.¹⁰⁴ Dessa uppgifter liknar delvis de som tidigare låg på GKNT och VPK.

Sedan hösten 1999 finns också Statliga kommissionen för militärindustriella frågor (VPK).¹⁰⁵ Dess roll och uppgifter är fortfarande oklar.

¹⁰² Carolina Vendil, *Den innersta kretsen: Det ryska Säkerhetsrådets inflytande*, FOA-R—00-01701-170—SE, december 2000, s. 19, 20, 25-27, 36, 38, 40 och 46-47.

¹⁰³ Presidentdekret nr 1603, 1 september 2000, Internet <http://www.scrf.gov.ru/Documents/Decree/2000/1603-5-htm>, hämtat 1 juli 2002.

¹⁰⁴ Presidentdekret nr 1603, 1 september 2000, Internet <http://www.scrf.gov.ru/Documents/Decree/2000/1603-5-htm>, hämtat 1 juli 2002.

¹⁰⁵ Ksenia Gonchar, *Russia's Defence Industry at the Turn of the Century*, Bonn International Center for Conversion (BICC), Brief nr 17, november 2000, s. 26-27.

3.2 Vad är det militär-industriella komplexet?

Sammanfattning

Det finns flera möjliga definitioner av det militär-industriella komplexet (MIK). Beroende på vilken definition man väljer kommer försvarsindustrins sammansättning och antalet företag och organisationer att variera. Det huvudsakliga problemet med flera av definitionerna är att antalet och identiteten på företagen inte är kända.

I denna rapport använder vi oss av den organisatoriskt baserade definitionen. Det innebär att MIK definieras som det antal företag och organisationer som är underställda de fem branschmyndigheterna och Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet (Minpromnauka). Detta val av definition möjliggör kvantitativa analyser och beskrivningar av MIK. År 2002 uppgick antalet företag och organisationer i MIK till 1 631.

Utanför denna definition hamnar alla företag och organisationer som ligger under Atomenergiministeriet (Minatom). Utanför MIK hamnar också de institut och organisationer som sysslat med biologiska och kemiska stridsmedel och skydd mot dessa. Företag och forskningsorganisationer som lyder under Försvarsministeriet (Minoborony) exkluderas också genom denna definition.

För den fortsatta framställningen är det av vikt att definiera vad vi menar med det militär-industriella komplexet (MIK). Det finns flera möjliga definitioner av MIK. Man skulle kunna definiera det som

- alla företag som kontrakteras i den statliga försvarsbeställningen (Gosudarstvennyj oboronnyj zakaz, GOZ) och/eller deltar i militärtekniskt samarbete med andra länder eller
- alla företag och organisationer som har mobiliseringsuppgifter, dvs. som har förmåga att utveckla eller producera någon form av krigsmateriel eller
- alla företag som har licens för utveckling eller tillverkning av krigsmateriel eller
- alla företag som organisatoriskt är underställda de federala organ som har ansvaret för en enhetlig försvarsindustripolitik.¹⁰⁶

Beoende på vilken av ovanstående definitioner man väljer kommer försvarsindustrins sammansättning och antalet företag och organisationer att variera.

Om man med MIK menar de företag som medverkar i den statliga försvarsbeställningen, GOZ, blir antalet företag och organisationer 4 000-6 000, enligt ryska uppgifter.¹⁰⁷ GOZ inkluderar allt från soldaternas kläder och mat till vapensystem. Beställningen baseras på den statliga budgeten och dess detaljerade innehåll är en statshemlighet.

¹⁰⁶ Internet <http://ia.vpk.ru/vpkus/vvedenie/vveden.htm>, hämtat 6 juni 2002.

¹⁰⁷ Internet <http://ia.vpk.ru/vpkus/vvedenie/vveden.htm>, hämtat 6 juni 2002.

Om man med MIK menar alla företag som har licens för utveckling eller tillverkning av krigsmateriel blir antalet ett annat och om man med MIK förstår alla företag och organisationer med mobiliseringsuppgifter blir antalet ytterligare ett annat och mycket högre.

I denna rapport använder vi oss av den organisatoriskt baserade definitionen. Det innebär att MIK definieras som det antal företag och organisationer som är underställda de fem branschmyndigheterna och Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet Minpromnauka (se nedan). Dessa företag lydde tidigare under de ovan nämnda nio branschministerierna med undantag av de som tillhörde Minatom.

Det finns flera skäl till valet av denna definition. Det viktigaste är att företagen är kända till namn och antal. Detta möjliggör konkreta studier och kvantitativa analyser och beskrivningar av försvarsindustrin. Dessa företag ingår i en organisation som heter *Militärindustriella komplexet* (MIK). (Det ryska namnet på MIK är *Vojenno-promyslennyj kompleks* och förkortas VPK, vilket inte ska förväxlas med Militärindustriella kommissionen (VPK) ovan). MIK understöds bl.a. av en informationsbyrå som har ett Internetbaserat informationssystem (*Teleinformatsionnaja set VPK*, TS-VPK).¹⁰⁸ Ett annat skäl till denna definition är att det är dessa företag som tillverkar huvuddelen av den militära hårdvaran.

Följaktligen är det FoU-organisationer tillhörande denna krets av företag som studeras i denna rapport. Dessa FoU-organisationer sysslar i första hand med militär FoU relaterad till konventionella stridsmedel och stridskrafter.

Utanför denna definition hamnar alla företag och organisationer som ligger under Atomenergiministeriet (Minatom) och som fortfarande sysselsätter ett mycket stort antal människor. Det är oklart hur många personer, men olika uppgifter antyder att det rör sig om hundratusentals personer sammanlagt. Utanför MIK hamnar också de företag och forskningsorganisationer som lyder under Försvarsministeriet (Minoborony) vilka bl.a. omfattar institut och organisationer som sysslat med biologiska och kemiska stridsmedel och skydd mot dessa.

¹⁰⁸ Internet <http://ia.vpk.ru>.

3.3 Den militära FoU-strukturen idag

Sammanfattning

I samband med Sovjetunionens fall upplöstes de mäktiga industriella branschministerierna som utgjorde MIK, med undantag av ministeriet för atomenergi (Minatom). Sedan 1991 har den ryska försvarsindustrin i stort sett saknat konsistent ledarskap. Ansvaret för försvarsindustrin och den militära FoU:n har omväxlande legat hos Industriministeriet, Försvarsindustri-kommittén, Försvarsindustriministeriet, Försvarsministeriet och Ekonomiministeriet.

Sedan juli år 2000 har Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet (Minpromnauka) det övergripande ansvaret för civil och militär FoU. Minpromnauka skall bl.a. utforma och säkerställa genomförandet av en enhetlig statlig vetenskaps-, teknik- och innovationspolitik, lämna statligt stöd till vetenskaplig utveckling, leda den vetenskapliga och teknologiska verksamheten, fastställa prioriterade inriktningar för den tekniska och vetenskapliga utvecklingen samt lista kritiska teknologier på federal nivå.

Tillsammans med berörda verkställande federala organ skall Minpromnauka föra en enhetlig statlig vetenskaps- och teknikpolitik för utveckling och reformering av försvarsindustrin. Minpromnaukas verksamhet skall koordineras med andra berörda federala verkställande organ, t.ex. Försvarsministeriet.

Sedan september 2000 finns också Interdepartementala kommissionen för försvarsindustriell säkerhet i det ryska Säkerhetsrådet. I denna ingår ledningen för de ministerier och myndigheter som idag ansvarar för MIK tillsammans med bl.a. cheferna för Försvarsministeriet, SVR, FSB, FAPSI och några utvalda försvarsindustriföretag. Kommissionen skall utarbeta förslag till inriktning av statens politik för att säkerställa den försvarsindustriella säkerheten och göra prioriteringar avseende den nationella teknologiska basen.

Det militärindustriella komplexets (MIK) 1 631 företag är sedan 1999 organiserade i fem branschmyndigheter med översikt över verksamheten inom respektive bransch. Ungefär en tredjedel, dvs. ca 570 företag och organisationer är sysselsatta med FoU och ytterligare ca 130 tillhör kategorin forskningsorganisationer med industriell produktion. Inom MIK arbetar 2-3 miljoner personer varav 450 000-700 000 med FoU.

Drygt 40 procent av företagen är idag statliga. Resterande företag har genomgått privatisering. Cirka 30 procent av företagen har en statlig ägarandel och resterande 30 procent saknar helt statlig ägarandel. Andelen företag sysselsatta med FoU är märkbart större i den statliga sektorn än den privata.

I detta avsnitt redovisas kortfattat de viktigaste instanser som utformar och styr rysk forskning och utveckling.

I och med Sovjetunionens fall upplöstes de mäktiga industriella branschministerierna, med undantag av ministeriet för atomenergi (Minatom). Den ryska försvarsindustrin har i stort sett saknat konsistent ledarskap sedan 1991 och 1990-talets omorganisationer har varit talrika. Detta har medfört stora svårigheter vad gäller att föra en koherent omstruktureringspolitik. Ansvaret för försvarsindustrin och den militära FoU:n har omväxlande legat hos Industrimini-

steriet, Försvarsindustrikommittén, Försvarsindustriministeriet, Försvarsministeriet och Ekonomiministeriet.¹⁰⁹

3.3.1 Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet – Minpromnauka

I enlighet med ett presidentdekret i maj 2000¹¹⁰ och en efterföljande regeringsförordning skapades Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet (Minpromnauka) i juli 2000.¹¹¹

Enligt förordningen skall Minpromnauka bl.a.:¹¹²

- Utforma och (---) säkerställa genomförandet av en enhetlig statlig vetenskaps- och teknikpolitik och innovationspolitik, lämna statligt stöd till vetenskaplig utveckling, leda den vetenskapliga och teknologiska verksamheten, fastställa prioriterade inriktningar för den tekniska och vetenskapliga utvecklingen samt lista kritiska teknologier på federal nivå.
- Tillsammans med berörda verkställande federala organ föra en enhetlig statlig vetenskaps- och teknikpolitik för utveckling och reformering av försvarsindustrin.

Minpromnaukas verksamhet rör både det civila och militära området och skall koordineras med andra berörda federala verkställande organ. Ministeriets verksamhet skall inkludera de funktioner som det nedlagda Vetenskaps- och teknologiministeriet hade, samt delar av funktioner från de nedlagda Ekonomi- och Handelsministerierna.

Från och med oktober 2001 leds Minpromnauka av Ilja Klebanov. Vid utnämningen till chef för Minpromnauka avgick Klebanov från sin post som vice premiärminister.¹¹³

Under sig har Klebanov en statssekreterare, tillika ställföreträdande minister, tre förste ställföreträdande ministrar och sju ställföreträdande ministrar. Ministeriet är indelat i 33 avdelningar och enheter. Exempel på sådana med militär anknytning är avdelningen för vetenskaps- och teknikpolitik, avdelningen för försvarsindustripolitik, avdelningen för utveckling och reformering av försvarsindustrin och avdelningen för industrins och vetenskapens mobiliseringsföreläggelser.¹¹⁴ Vid Minpromnauka arbetar ca 1 200 personer

I bilaga B beskrivs Minpromnaukas uppgifter i sin helhet.

¹⁰⁹ Se t.ex. Wilhelm Unge, *The Russian Military-Industrial Complex in the 1990s – Conversion and Privatisation in a Structurally Militarised Economy*.

¹¹⁰ Presidentdekret nr 867 *O strukture federalnych organov ispolnitelnoj vlasti* [Om strukturen hos den verkställande maktens federala organ], Ryska Federationen 17 maj 2000.

¹¹¹ Regeringsförordning Nr 515, *Voprosy Ministerstva promysjlennosti nauki i tehnologij Rossijskoj Federatsii* [Frågor rörande Ministeriet för industri, vetenskap och teknologi], Ryska Federationen, 12 juli år 2000.

¹¹² Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriets hemsida, Internet <http://www.minprom.ru/docs/pp515.htm>, hämtat 5 juni 2002.

¹¹³ Internet <http://www.gazeta.ru>, hämtat den 18 oktober 2001.

¹¹⁴ Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriets hemsida, Internet <http://www.minprom.ru/struct/mains.htm>, hämtat 5 juni 2002.

3.3.2 Försvarsindustrins fem branschmyndigheter

Sedan 1999 är MIK:s företag organiserade i fem branschmyndigheter med översikt över verksamheten inom respektive bransch. Inom parentes anges de ryska förkortningarna för respektive myndighet.

Mynigheten för	Rysk förkortning
Rymd- och flygindustrin	RAKA
Ammunitionsindustrin	Rosbojepripasy
Konventionella vapen	RAV
Ledningssystem	RASU
Fartygsbyggnad	Rossudostrojenie

När Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet Minpromnauka bildades i maj 2000 beslöts att de fem branschorganen skulle ha kvar sin oberoende status och lyda under den vice premiärminister som har ansvaret för MIK, men att ministeriet skulle ha det övergripande ansvaret för policyutformningen för sektorn. De fem branschmyndigheterna var delvis knutna till Klebanovs person genom att han var den som initierade deras tillkomst. Vilken relationen mellan de fem branschmyndigheterna och Minpromnauka är idag efter det att Klebanov flyttat från posten som vice premiärminister med ansvar för MIK till chefsposten på Minpromnauka är oklart.¹¹⁵

Hur många företag som finns i det ryska MIK framgår av tabell 4 där de traditionella försvarsindustribranscherna anges samt inom parentes vilken branschmyndighet respektive bransch lyder under. (Indelningen i försvarsindustribranscher avspeglar den tidigare sovjetiska försvarsindustriministeriestrukturen.)

Tabell 4. Den ryska försvarsindustrins branscher 2001.¹¹⁶

Industribransch	Myndighetstillhörighet	Antal företag och organisationer
Flyg	RAKA	300
Rymd	RAKA	105
Ammunition och specialkemikalier	Rosbojepripasy	137
Pansar, artilleri m.m.	RAV	133
Radio	RASU	306
Elektronik	RASU	297
Kommunikation	RASU	151
Skeppsbyggnad	Rossudostrojenie	170
Industri för särskilda ändamål	Minpromnauka	32
Totalt		1 631

¹¹⁵ Vitalij Sjlykov, *Russian Defense Industrial Complex After 9-11*, paper for the Conference on "Russian Security Policy and the War on Terrorism", Naval Postgraduate School, Monterey, California, USA, 4-5 juni 2002, s. 19.

¹¹⁶ MIK:s hemsida http://ia.vpk.ru/vpkus/otrasli/page_3_1.htm, hämtat 6 juni 2002.

Av tabell 5 framgår att drygt en tredjedel av de företag som tillhör MIK sysslar med forskning.

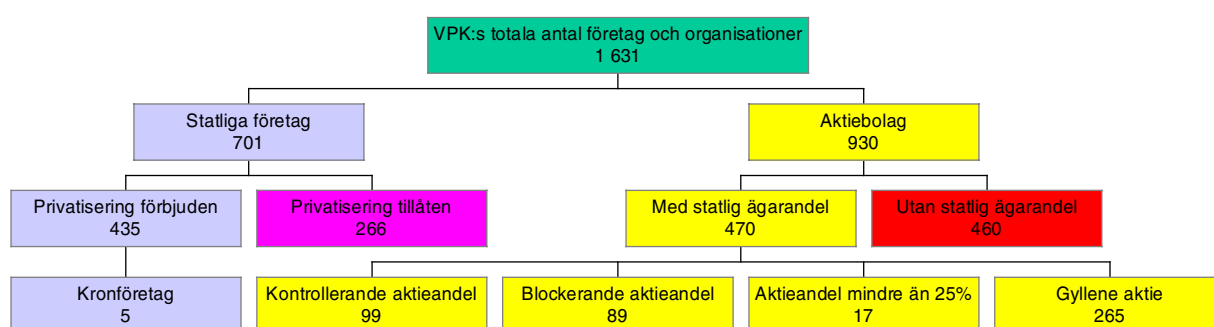
Tabell 5. MIK:s verksamhetsstruktur 2001.¹¹⁷

Typ av verksamhet	Antal företag/organisationer
Industriföretag (serieproducerande företag)	731
Forskningsorganisationer	568
Forskningsorganisationer med industriell produktion	129
Övriga	203
Totalt	1 631

Not: Det är oklart vad som döljs bakom rubriken "Övriga".

Exakt hur många som idag arbetar inom MIK är inte känt. Oftast citeras siffror mellan 2 och 3 miljoner. Av MIK:s totala arbetsstyrka ägnar sig 22,4 procent åt FoU och 77,3 procent deltar i (serie)tillverkningen. Endast 0,3 procent hänför sig till kategorin övriga.¹¹⁸ Med en total arbetsstyrka på 2-3 miljoner innebär det att militär FoU sysselsätter ca 450 000-670 000 personer.¹¹⁹ Till detta antal kommer, som tidigare nämnts forskare tillhörande Atomenergiministeriet, Försvarsministeriet och Vetenskapsakademin.

Ägarstrukturen för MIK:s företag framgår av figur 2 nedan. Knappt 60 procent av de 1 631 företagen har genomgått privatisering i någon form och är idag aktiebolag. För 435 statliga företag är privatisering förbjuden medan resterande 266 företag får privatiseras.



Figur 2. MIK:s ägarsammansättning och organisation 2001.¹²⁰

Bland dessa företag och organisationer finns 20 statliga forskningscentra och 20 statliga forskningsorganisationer med industriell produktion (s.k. NPO:er).

MIK omfattar vidare 22 finansiella-industriella grupper (FIG:ar) och 39 integrerade strukturer.

I 470 av aktiebolagen äger staten en andel. Statens inflytande kan ha olika form. Den kan äga en majoritet av aktierna eller en så stor andel att ingen annan majoritetsaktieägare finns, dvs.

¹¹⁷ Ibid., http://ia.vpk.ru/vpkus/vvedenie/page_1_5.htm.

¹¹⁸ Ibid., http://ia.vpk.ru/vpkus/vvedenie/page1_10.htm, hämtat 6 juni 2002.

¹¹⁹ Även baserat på ovan nämnda uppgift att 1,5-1,7 miljoner arbetade med FoU under Sovjettiden och att personalen minskat med 60-70 procent under 1990-talet hamnar man i ungefär samma intervall, 450 000-680 000 personer.

¹²⁰ MIK:s hemsida http://ia.vpk.ru/vpkus/vvedenie/page_1_6.htm, hämtat 6 juni 2002.

staten har en blockerande aktieandel. I ett knappt tjugotal företag har staten mindre än 25 procent av aktierna och i 265 företag har staten en s.k. gyllene aktie vilket innebär att staten innehar endast en aktie men med vetorätt. 460 företag saknar helt statlig ägarandel.

När det gäller statliga ägarandel kan stora skillnader mellan branscherna noteras. I flygindustrin har staten behållit en aktiemajoritet i ett övervägande antal av företagen. År 2000 var siffran 96 av 114 företag. Staten har även valt att ha kontrollerande aktieandelar i ammunitionsindustrin och industrin för speciella ändamål. I alla andra branscher har staten en gyllene aktie i 60-70 procent av företagen. Det enda undantaget är elektronikindustrin där staten år 2000 hade en gyllene aktie i 116 av 127 företag.¹²¹

Andelen företag och organisationer sysselsatta med FoU varierar märkbart mellan den statliga och privata sektorn. 45 procent av de helstatliga företagen och organisationerna sysslar med FoU. I de aktiebolag där staten äger en andel ägnar sig 34 procent åt FoU och bland de helpri-
vata är endast 20 procent verksamma inom FoU. Den privata sektorn har i gengäld fler tillverkande företag.¹²²

3.3.3 Andra instanser som påverkar försvarsindustri- och forskningspolitiken

Typiskt för det ryska förvaltningssystemet är den redundans som råder mellan de instanser som är involverade i att utforma verksamhetspolicyn för ett område. Förvisso är detta inte unikt för Ryssland. Det amerikanska systemet innehåller ju t.ex. även det en stor mångfald av deltagande instanser inom försvarsrelaterad FoU. Men där det amerikanska systemet är bra på att dokumentera och klargöra ansvarsfördelning så är det svårare att i det ryska fallet avgöra var besluten avseende militär FoU-policy tas. Nya ministerier och instanser kan inrättas för att spela ut gamla och olika instansers betydelse kan även variera från tid till annan beroende på status hos involverade personer. Teknisk-vetenskapliga kommittéer finns såväl inom försvarsministeriet, försvarsgrenarna som inom branschorganen och branschföretagen. Att fastställa en hierarki dessa emellan är svårt. De är alla viktiga och troligt är att beslutande instans kan variera beroende på frågans karaktär, inblandade personer etc. Inom branschföretagen är det speciellt konstruktionsbyråerna som är viktiga, eftersom den tekniska expertisen finns där.

Dagens ryska försvarsindustriella och forskningsrelaterade struktur påminner till del om den sovjetiska som framgick av figur 1 ovan. Gosplan har emellertid försvunnit och de nio branschministerierna har ersatts av ett ministerium med ansvar för såväl civil som militär industri-, vetenskaps- och teknikpolitik (Minpromnauka) och fem branschmyndigheter för försvarsindustriföretagen. Atomenergiministeriet (Minatom) finns dock kvar sedan sovjettiden. En ersättare/motsvarighet till VPK (och/eller GKNT?) finns sedan 1999, även om dess uppgifter är oklara, liksom centralt styrda forskningsinstitut. Allunionella industriella företagsgrupper och industriella företagsgrupper liksom grupper av företag inom forskning och produktion har omvandlats till finansiella industriella grupper (FIG:ar), koncerner och holdingbolag. Kvar finns också företagen med sina konstruktionsbyråer och laboratorier.

Förutom de ovan nämnda instanserna (Säkerhetsrådets interdepartementala kommission för försvarsindustriell säkerhet, Minpromnauka, de fem branschmyndigheterna och Minatom samt deras underlydande organisationer) är Försvarsministeriet en viktig aktör när det gäller

¹²¹ Ibid., http://ia.vpk.ru/vpkrus/slides/1_1_sr_7.htm, hämtat 6 april 2000.

¹²² Ibid., http://ia.vpk.ru/vpkrus/vvedenie/page1_5.htm, hämtat 6 juni 2002.

utformningen av statens militära industri- och forskningspolitik. Även inom krigsmakten finns instanser med funktioner för försvarsrelaterad FoU och dessa ansvarar för utveckling, anskaffning och studier av användning av vapen samt koordinerar tillhandahållandet av komponenter.

Ytterligare aktörer är Vetenskapsakademien och vissa högre utbildningsanstalter. Exempelvis finansierade Försvarsministeriet i slutet av 1990-talet utvalda högre skolor via försvarsbudgeten samt lade ut militära FoU-kontrakt på dessa. Försvarsministeriet lade även ut militära FoU-kontrakt (framförallt inom grundforskning) på Vetenskapsakademien samt koordinerade policy med sektorn för tillämpade problem. Utbildningsministeriet hade också en roll genom att det tillförde mänskliga resurser till försvarsrelaterad forskning, tilldelade medel för högre utbildning samt etablerade kontakter mellan högre skolor och akademiska institut.¹²³

Mer än två tredjedelar av militär FoU (andelen av totala utgiften för FoU) utförs inom den industriella sektorn. Det högre utbildningsväsendet står endast för 0,5 procent. Flera av skolorna är emellertid viktiga för den försvarsrelaterade forskningen, bl.a. genom att utbilda personal.¹²⁴ De flesta av dessa skolor inkluderar oberoende forsknings- och konstruktionsorganisationer som har ett nära samarbete med försvarsindustrins branscher.

Branscherna utför även civil FoU och vissa ingående institut har inte längre militärt knutna uppgifter utan fortsätter att befinna sig under försvarskomplexet endast p.g.a. tidigare svarsspecialisering.

Försvarsrelaterad FoU dominerar framförallt inom tillämpad forskning. Omkring 70 procent av den tillämpade forskningen genereras av försvarskomplexet. Endast omkring 10 procent av grundforskningen är försvarsinfluerad. Siffrorna bör emellertid tas med viss försiktighet. Många av försvarsinstituten producerar som tidigare påpekats, för civila ändamål.

3.4 Allmänt om situationen inom några försvarsindustribranscher

I detta avsnitt ges först en översiktlig bild av situationen inom försvarsindustrins branscher. Därefter görs några nedslag i ett antal olika branscher. Framställningen behandlar såväl militär forskning och produktion som civil av det enkla skälet att flera av områdena har s.k. dubbelanvändningskaraktär (t.ex. elektronik).

Enligt den f.d. ministern för industri-, vetenskap- och teknologiministeriet, Aleksander Dondukov, finns det idag fem ledande industribranscher i Ryssland. Dessa är bränsle- och energikomplexet, metallurgiska industrin, kemiska industrin, skogsindustrin, samt maskinkonstruktionsindustrin. Deras gemensamma exportvolym uppgick under år 2000 till 80 miljarder USD.¹²⁵ Samtidigt uppgick MIK:s export till ca 4 miljarder USD.

¹²³ Ksenia Gonchar, *Russia's Defence Industry at the Turn of the Century*, Bonn International Center for Conversion (BICC), Brief nr 17, november 2000, s. 14.

¹²⁴ Bland dessa kan nämnas Moskvaskatliga universitet, Moskvaskat flyginstitut, Moskvaskat fysikingenjörsinstitut, Moskvaskat tekniska Baumanuniversitet, Moskvaskat kraftingenjörsinstitut, Moskvaskat fysik- och teknologiiinstitut samt de statliga universiteterna i Sankt Petersburg, Novosibirsk och Tomsk.

¹²⁵ Aleksander Dondukov, "Povysjajet tseny produktcii" [Produktionskostnaderna ökar], *Inzjenernaja gazeta*, nr 2, januari 2001.

Råvaru- och vapenexport har utgjort livlina för rysk ekonomi under 1990-talet. Den ryska politiska ledningen har stundtals framhållit risken för att detta förhållande permanentas och att Ryssland för överskådlig tid blir ett u-landsliknande ”råvarubihang” till den utvecklade världen. För att bryta denna tendens måste en högteknologisk civil industri utvecklas som framgångsrikt kan konkurrera på de internationella marknaderna. Forskning och därpå grundad teknisk utvecklingsverksamhet är nyckelbegrepp för en sådan utveckling och mycken retorik ägnas åt betydelsen av att satsa resurser på denna verksamhet. Grundtanken är att militära spin-in-effekter till den civila industrin skall möjliggöra detta.

Den på det stora hela mörka redovisningen i detta avsnitt utesluter inte att det funnits ett mindre antal företag och FoU-organisationer som trots ogynnsamma förutsättningar presterat förstklassig FoU. Detta gäller framför allt på det militära området, där man kunnat repliera på den avancerade sovjetiska kompetensen. På grund av den stora redundansen i det sovjetiska forskningssystemet har en större del av det sovjetiska kunnandet bevarats än de stora personalminskningarna skulle kunna få bedömare att tro. Relativt goda exportmöjligheter för krigsmateriel har också bidragit till kapitalförsörjningen även om stora delar av inkomsterna gått till statskassan eller försnillats i den allmänna korruptionen. FoU-kompetensen vilar emellertid i stort sett på en äldre generation forskare och tekniker.

Sammanfattning

MIK:s militära produktion sjönk kontinuerligt från början av 1990-talet och fram till 1997. Sedan 1997 har produktionen ökat med ca 80 procent och uppgick år 2000 till ca 18 procent av 1991 års nivå. De flesta företag i försvarsindustrin är emellertid kraftigt skuldsatta, lider av akut investeringsbehov och har en stor överkapacitet. Den generella trenden är att produktionslinjer lagts i malpåse. Enligt en rysk källa utnyttjades endast 12-13 procent av produktionskapaciteten år 2000.

Fyra branscher (rymd, flyg, atomenergi och fartygsbyggnad) uppvisar trots 1990-talets svåra år en viss ekonomisk livskraft. Forskningen ligger i frontlinjen och branscherna är ledande både vad gäller produktion och antalet anställda jämfört med övriga branscher. Den största ryska FoU-nedgången har skett inom radio-, elektronik- och kommunikationsutrustningsindustrin. Övriga branscher uppvisar på klassiskt 1990-talsvis ett *muddle-through*-liknande tillstånd.

Trots generellt ogynnsamma förutsättningar har ett mindre antal företag och FoU-organisationer presterat förstklassig FoU. Noterbart är t.ex. framgångsrik rysk utveckling av en superdator baserad på amerikanska mikroprocessorer.

Flera olika skäl finns till varför vissa branscher av försvarsindustrin har klarat sig bättre än andra. Faktorer som storleken på FoU-sektorn, varierad tillgång till alternativa icke-statliga finansieringskällor, skiftande marknadsosäkerhet inom olika branscher, skilda privatiseringsmöjligheter och varierad statlig protektion verkar ha betydelse.

Paradoxalt nog har det visat sig att de industrier med lägst privatiseringsgrad varit bättre positionerade än substantiellt privatiserade sektorer. Statlig protektion visar sig vara mer tillförlitlig när det gäller branscher som har starka konkurrensfördelar och goda utsikter att nå internationell framgång.

I avsaknad av statistiska uppgifter rörande FoU-satsningarna inom respektive bransch kan möjligen uppgifter rörande MIK:s produktion ge en preliminär uppfattning om tillståndet hos FoU i respektive bransch (se tabell 7). Även om strukturella problem fortfarande gör det svårt att direkt koppla produktionsvolym till t.ex. vinst och därmed ekonomiskt utrymme för satsningar på FoU så kan produktionssiffrorna upplysa om vilka branscher som kan tänkas ha problem med otillräckliga FoU-anslag.

Den militära produktionen år 2000 uppgick till ca 18 procent av 1991 års nivå. Sedan 1997 har produktionen ökat med ca 80 procent. Det huvudsakliga problemet är de nästan obefintliga statliga försvarsmaterielbeställningarna. Varken omstruktureringar, konvertering eller privatisering har kunnat vända den negativa trend som karakteriserat 1990-talet. Med några få undantag har den nämnda konverterings- och privatiseringsprocessen varit ett misslyckande. De flesta företag i försvarsindustrin är kraftigt skuldsatta, lider av ett akut investeringsbehov, och har en mycket stor överkapacitet. Hittills har dock inga företag tvingats lägga ner verksamheten helt. Produktionslinjer har istället lagts i malpåse med skiftande möjlighet att återuppta produktionen. Enligt en rysk källa utnyttjades vid ingången av år 2000 endast 12-13 procent av produktionskapaciteten.

Det ryska militärindustriella komplexets civila och militära produktion under 1990-talet framgår av tabell 7. Där anges även antalet anställda. Som jämförelse anges också Rysslands totala industriella produktion.

Tabell 7. Produktion och antal anställda inom den ryska försvarsindustrin 1991-2000.¹²⁶

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Militär produktion	100	50	33	20	17	13	9	10	14	18
Civil produktion	100	100	86	53	41	29	29	27	34	41
Total produktion	100	80	65	39	31	23	20	19	26	32
Totalt antal anställda	100	90	80	78	67	59	53	47	45	45
<i>Produktion per bransch</i>										
Flyg	100	84	68	36	31	22	17	18	24	34
Rymd	100	94	88	63	53	39	43	45	65	67
Elektronik	100	72	48	26	22	15	15	15	21	28
Kommunikation	100	74	58	32	21	15	13	11	15	22
Radio	100	84	78	49	34	27	23	27	28	36
Skeppsbyggnad	100	89	78	58	55	41	31	31	44	52
Pansar, art m.m.	100	84	69	43	32	26	25	22	29	31
Ammunition	100	70	57	37	29	21	18	16	23	28
<i>Som jämförelse</i>										
Total industriproduktion ¹²⁷	100	82	70	55	54	52	53	50	54	59

¹²⁶ SIPRI:s årsbok 2001, s. 318. Tabellen bygger på data från ryska källor sammanställda av prof Julian Cooper, vid universitetet i Birmingham. Coopers siffror har avrundats till heltal. Atomenergiministeriets (Minatom) militära produktion är ej medräknad.

¹²⁷ Siffrorna för den totala industriproduktionen bygger också på ryska data sammanställda av prof Cooper. Se Jan Leijonhielm m.fl., *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning 2000*, s. 153. Siffran för år 2000 avser perioden januari-juli.

Under 1990-talet har de flesta företagen inom MİK anammat någon form av defensiv överlevnadsstrategi, snarare än en konstruktiv långsiktig reformstrategi. För många företagsledare har satsningar på forskning betraktats som att mer eller mindre kasta dem i ett svart hål, en lyx som man kan tillåta sig när ekonomin är god, men inte när man kämpar för överlevnad. Den övergripande bilden är att företagen har försökt överleva genom export, militärtekniskt samarbete, begränsade statliga beställningar samt diversifiering genom kommersialisering av spin-off-produkter snarare än konvertering. Detta innebär också att Ryssland har lyckats vidmakthålla en större del av den sovjetiska militärteknologiska kompetensen än vad många västerländska bedömare ansåg troligt i början av 1990-talet. Eftersom produktionsenheterna i stor utsträckning finns kvar (den svaga länken är underleverantörsbasen) är det troligt att Ryssland också har förmåga att producera de flesta vapensystemen från sovjettiden. Däremot bedöms den ryska försvarsindustrin ha få möjligheter att hänga med i utvecklingen av högteknologiska vapensystem, som motsvarar de som nu utvecklas i väst.¹²⁸

I en artikel författad av chefen för det som skulle kunna kallas den ryska försvarsindustriföreningen, A. Sjulunov, belyses situationen inom försvarsindustrin.¹²⁹ Sjulunov konstaterar att det nya Ryssland aldrig haft någon enhetlig statlig politik på försvarsområdet vilket lett till bristande ledning och samordning inom försvarsindustrikomplexet. Utvecklingen och inriktningen baseras enligt Sjulunov på fyra huvuddokument: det Nationella Säkerhetskonceptet, Militärdoktrinen, planerna för reformering av de väpnade styrkorna samt det långsiktiga vapenprogrammet. Planerna är i sin tur baserade på långsiktiga teknologiska och tekniska mål och prognoser för landets teknisk-vetenskapliga utveckling, inklusive s.k. kritiska teknologier. Den statliga försvarspolitikerna bör, menar Sjulunov, spänna över hela detta fält.

Belysande för situationen inom det militärindustriella komplexet är, menar Sjulunov:

- Under de första reformåren ansågs Ryssland inte ha några fiender. Därför, menade man, var det inte nödvändigt att utveckla och förbättra de väpnade styrkorna. De skulle i stället minskas. Den sovjetiska tekniken ansågs vidare kunna fylla behoven till 2010 – 2015. Medlen för FoU-verksamhet kunde därför inbesparas i flera år.
- Den årliga försvarsbeställningen har under tio års reformering av försvaret finansierats enligt restprincipen – om det blir något över när andra fått sitt av budgeten. Det långsiktiga vapenprogrammet ligger nu fyra år efter den godkända planen. Finansieringen ligger på 15-20 procent av nivån 1995.
- Konverteringsprogrammen 1993 – 1995 och 1996 – 1997 finansierades endast till omkring en tiondel och får anses ha avstannat. Detsamma gäller andra s.k. målprogram och s.k. presidentprogram, t.ex. det för civilflygets utveckling och för att utveckla den nationella teknologiska basen (se avsnitt 3.8).
- Teknologisk modernisering av fabriker och konstruktionsbyråer har inte kommit igång eftersom lämpliga teknologier saknas. Erforderligt kapital har försvunnit till västliga banker. Maskinparkens fysiska och funktionella föråldring har nått katastrofal nivå.

¹²⁸ Textavsnitten och tabellen som behandlar det MİK:s produktion är tagna från avsnitt 10.1 i Jan Leijonhielm, *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv—en förnyad bedömning 2000*.

¹²⁹ Sjulunov, A., "Krizis VPK ..." [Missförstånd om krisen i VPK], *Nezavisimoje vojennoje obozrenije*, 17 – 23 mars 2000.

- Programmet för rekonstruktion av försvaret, fastställt 1997, har till stora delar kört fast.
- Den statliga högsta ledningen är nu inne i sin tionde omstruktureringsfas på de senaste 13 åren. Från 1992 har det väsentligen varit frågan om meningslösa förändringar som varje gång försämrat situationen.

Militärindustriella komplexet enligt Sjulunov på detta sätt hamnat i systemkris och finansiell kollaps. Hundratals teknologier har gått förlorade. Massvis av unga, kvalificerade tekniker och forskare har lämnat konstruktionsbyråer, fabriker och institut. Till de svårare hindren för en omedelbar restaurering av det militärindustriella komplexet hör, menar han, skuldsaneringsituationen mellan staten och företagen och mellan företagen inbördes. Det existerar för närvarande inga tillförlitliga uppgifter om skuldbördornas struktur. Detta beror bland annat på bristfällig lagstiftning. Ansvariga instanser har, säger han, envist vägrat att på allvar ta itu med problematiken.

Den största ryska FoU-nedgången har skett inom radio-, elektronik- och kommunikationsutrustningsindustrin.¹³⁰ Elektronikbranschens andel av den totala försvarsrelaterade FoU-produktionen ligger nära den minsta sektorns, ammunition och specialkemikalier, trots att den förra sektorn till antalet anställda är dubbelt så stor. Industrin för ammunition och specialkemikalier är den sektor som har minst antal anställda. Vapen-, skeppsbyggnads-, rymd- och atomindustrin har klarat sig relativt bra. Tre sektorer inom försvarskomplexet, rymd, atomenergi och flyg, representerar kärnan i Rysslands försvarsrelaterade forskning och är ledande både vad gäller produktion, antalet anställda och ekonomisk livskraft.¹³¹

Flera olika skäl finns till varför vissa branscher av försvarsindustrin har klarat sig bättre än andra. Faktorer som storleken på FoU-sektorn, varierad tillgång till alternativa icke-statliga finansieringskällor, varierad marknadsosäkerhet inom olika branscher, skilda privatiseringsmöjligheter och varierad statlig protektion verkar ha betydelse.

Paradoxalt nog har det visat sig att de industrier med lägst privatiseringsgrad - atomenergi och rymd – varit bättre positionerade än substantiellt privatiserade sektorer. Rymdforskning är den gren som klarat sig bäst inom försvarsindustrin. Den står för nära en fjärdedel av den försvarsrelaterade FoU-avkastningen och har haft starkt stöd av storskaliga internationella samriskföretag. Forskning inom det nukleära området har haft stora fördelar av inkomster från försäljning av kärnkraftsgenererad energi och från export av anrikat uran och rena material. Statlig protektion visar sig vara mer tillförlitlig när det gäller branscher som har starka konkurrensfördelar och goda utsikter att nå internationell framgång.

Rymdindustrin

Rymdforskningens framgångar är allra tydligast inom tillämpad forskning där man står för ungefär en tredjedel av produktionen. Bidraget till grundforskningen är däremot minimalt. Branschens relativa framgång kan härledas till tre huvudfaktorer: Man konsoliderade snabbt kring sin nisch-position som leverantör av rymdrelaterade tjänster och samarbetsprojekt på en snabbt utvecklande internationell marknad. Vidare genomfördes betydande lobbyverksamhet

¹³⁰ Ksenia Gonchar, *Russia's Defence Industry at the Turn of the Century*, Bonn International Center for Conversion (BICC), Brief nr 17, november 2000.

¹³¹ En viss diskrepans kan noteras mellan detta uttalande och tabell 7. Av tabell 7 framgår t.ex. att skeppsbyggnadsbranschen skulle ha större relativ produktion än flygbranschen. Detta beror på hur man mäter produktion.

för nationella kommersiella rymdprojekt inom federala rymdprogram. Man genomförde också intern omstrukturering för att optimera sektorns storlek och etablera nya kontakter mellan forsknings- och tillverkningsföretag.

Ingen annan försvarsindustribransch har som rymdindustrin lyckats hitta och konsolidera en nischposition på den internationella marknaden för högteknologiprodukter och tjänster. En framskjuten position inom rymdflygningar, forskning kring humanfaktorer i rymdmiljö, satelliter, raketmotorer och drivstegsteknologier möjliggjorde detta. En annan fördel som branschen åtnjutit är de jämförelsevis låga lönekostnaderna för utländska företag som anlitat rysk forskning. Det finns också en mer teknisk förklaring till de lägre kostnaderna. Rysk rymdteknologi utvecklades längs en separat väg jämfört med den amerikanska. Genom alternativ teknisk utformning har ryssarna uppnått förhållandevis goda prestanda i förhållande till kostnaderna.

På frågan om det tekniska gapet mellan Ryssland och väst innebär ett hinder för internationellt samarbete svarar konstruktörer och ingenjörer inom elitrymdföretag att så inte är fallet.¹³² I stället menar man att skillnader i specificitet företagen emellan avseende tekniska tillvägagångssätt berikade samarbetet. När man i det amerikanska fallet använder sig av datorsimulering och –modellering så förlitar man sig i Ryssland på experimentell test av prototypkonstruktioner och demonstratorer. Den ryska svagheten inom datorområdet är emellertid generellt ett stort hinder för mer avancerade samarbetsformer. För att planera gemensamma utvecklingsprojekt krävs kompatibla konstruktionsredskap, t.ex. datorstöd i form av CAD-CAM.

Samtidigt kontrasteras denna relativt positiva bild av den låga finansieringsnivån för rymdforskningen vilket har medfört kvalitetsbrister som bl a yttrat sig i misslyckade satellituppskjutningar och tekniska problem med rymdstationen MIR, samt förseningar eller ouppfyllda åtaganden i det internationella rymdsamarbetet.

Flygindustrin

Situationen inom flyg- och rymdindustrin belyses i en tidningsintervju med Sovjetunionens sista flygvapenchef, marskalken Sjaposjnikov.¹³³ Sjaposjnikov, som för närvarande är rådgivare till president Putin i flyg- och rymdfrågor, menar att Ryssland trots den ekonomiska krisen ligger väl framme internationellt sett när det gäller utveckling av militära och civila flygfarkoster. På grund av den organisatoriska ryckigheten och oredan inom flygindustriområdet såväl som inom transportområdet har dock viktiga frågor förblivit obesvarade. Detta gäller bl.a. frågor om vilket flygsystem och vilka typer av flygfarkoster Ryssland har behov av och vilken forskning Ryssland behöver för att inte bli akterseglad på flygområdet.

För flygindustrin har FoU-budgeten reducerats med en faktor 40 mellan 1991 och 1997. Inga nya, varken militära eller civila flygplanmodeller har kunnat tas i bruk. Ryssland har tappat i konkurrenskraft både på passagerar- och fraktlinjer i utlands- och inrikesflyg. Säkerhetsstandarden har försämrats vilket resulterat i växande antal olyckor. I ett särskilt s k Presidentprogram för att utveckla konstruktionskompetensen på civilflygområdet har knappt hälften av

¹³² Ksenia Gonchar, op.cit.

¹³³ Dokutjajev, A., "Ne ostatsia na obotjine ..." [Häng med i flygutvecklingen], *Krasnaja zvezda*, 5 januari 2001.

anslagen till FoU betalats ut. Civilflygområdet är i ett sönderfallstillstånd där FoU praktiskt taget upphört.¹³⁴

Forskningen borde koncentreras till ett särskilt rymd- och flygforskningscenter menar Sja-posjnikov. Bristen på pengar och den orättfärdiga beskattningen av flygföretag hindrar emellertid detta. Intjänade medel borde, menar han, i första hand användas för att utveckla branschen i stället för att som nu försvinna i statsfinansens svarta hål.

Det utländska tekniska samarbetet på flygområdet omfattar många projekt, både militära och civila, men resultaten har enligt Sja-posjnikov varit blygsamma. Marknaden för civila flygplan har de senaste åren stadigt krympt även hos traditionella kunder. Samarbetet med världens två fungerande utvecklingscentra för flygfarkoster (i USA och i EU) präglas vidare, menar han, av dessas ”självtilräcklighet”. Deras intresse för samarbete har ofta dikterats av ensidiga fördelar, t ex att få tillgång till know-how de inte disponerar. De ryska företagen överlåter alltför lättvindigt sina senaste utvecklingsidéer och teknologier. Ryssland klarar sig inte, säger Sja-posjnikov, utan samarbete med de på flyg- och rymdområdet ledande länderna, men det måste vara ömsesidigt givande och i statens intresse.

Andra bedömare menar att Ryssland inte på egen hand kan vidmakthålla fyra stora civila flygplanfabriker.¹³⁵ Ett enda konstruktions- och produktionskomplex för flygplan behövs i landet baserat på ett av branschens företag och någon av de militära konstruktionsbyråerna. En omstrukturering av flygindustrin brådskar, enligt detta resonemang.

Elektronikindustrin

Elektronikbranschen står för den kanske mest nedslående bilden inom den ryska försvarsindustrin. Ryssland ärvde 60 procent av Sovjetunionens produktionskapacitet avseende elektronik och 80 procent av dess forskningspotential. FoU-produktionen sjönk med mer än hälften mellan 1992 och 1994 medan tillverkningsdelen sjönk ännu mer. 1994 utgjorde denna en fjärdedel av 1991 års värde för att 1996 ha fallit ytterligare till ca 15 procent och sedan återhämtat sig till ca 28 procent 2000. Elektronikindustrin, som format efterkrigstidens ekonomiska utveckling i många industrialiserade länder var i Sovjetunionen, precis som all annan industri, separerad från global konkurrens och användarkrav. Den militära prioriteringen inom branschen liksom avsaknaden av en effektiv informationsöverföring mellan producent och användare samt misslyckandet med att skifta till internationella strategier har bidragit till branschens isolering.

Huvudfaktorerna som medverkat till nedgången inom rysk elektronikforskningen är: efterfrågekollaps avseende elektroniska varor (de f.d. republikerna stod för 20 procent av marknaden och 25 procent gick till COMECON-länder); färre militära beställningar (endast 13 procent av varorna var för civil konsumtion); samt att även ryska försvarsindustriföretag har valt att köpa importerade komponenter.

Den allmänna depressionen inom branschen hindrar dock inte att tillväxtpotential existerar för forskning och tillverkning på subbranschnivå. Halvledare, mikrochips och utveckling av stor-

¹³⁴ Stanislav Simanovsky, ”Science and Technology in Russia – Problems and Prospects” *Berichte des Bundesinstituts für ostwissenschaftliche und internationale Studien*, nr 18, 1998.

¹³⁵ Fetisov, G., ”Rossija dolzjna ...” [Ryssland bör förbli en stormakt på flygområdet], *Rossijskaja gazeta*, 12 september 2001.

skaliga superdatorer i viss mån stod emot chocken från marknadsliberaliseringen.¹³⁶ Halvledarteknik har t.ex. exporterats till Sydostasien och Kina. Tillväxtpotentialen gäller endast ett fåtal firmor, framförallt belägna i Zelenograd (Rysslands Silicon Valley) utanför Moskva.

En förutsättning för Sovjetunionens framgångsrika utveckling av komplexa tekniska system, t ex civila och militära rymdraketsystem, kärnkraftverk, stora militära över- och undervattensfartyg, civila och militära flygplan, ledningssystem för de strategiska kärnvapenstyrkorna, anläggningar för termionukleär fusion m.m. var en inhemsk elektronikindustri.¹³⁷ Och elektronikområdet är av särskild betydelse för att bevara denna förmåga, anser framträdande ryska bedömare. Men enligt vissa bedömare kan den inhemska elektronikindustrin inte längre förse de väpnade styrkorna med den modernaste utrustningen och den civila industrin ligger åtminstone 20 år efter den i Väst bl a beroende på brister i datorutrustning.¹³⁸

Enligt Zjores Alferov, en av nobelpristagarna i fysik år 2000, tillhörde Sovjetunionen i mitten av 1980-talet de ledande nationerna inom området, i stort sett jämbördig med USA.¹³⁹ Men efter tio år med ekonomiska reformer har Ryssland förpassats till femtionde eller kanske till hundra plats i världen. Andra bedömare pekar på att ryska mikroelektroniska kretsar har en mönstertjocklek kring 0,8 mikrometer, i allra bästa fall ned till 0,4 – 0,6 mikrometer, medan man i Väst är nere på 0,2-0,15 mikrometer.¹⁴⁰ Den ryska utvecklingen på detta område kan således ligga upp till ett knappt decennium efter den mikroelektroniska utvecklingsfronten. Att detta gap skulle minska under de närmaste åren förefaller inte troligt.

Den mera alldagliga konsumtionselektroniken skulle enligt Alferov mycket väl kunna importeras från lågprisländer. Men den strategiskt viktiga spetsselektroniken är inte tillgänglig på den internationella marknaden. Ryssland bör ha egen utveckling därav eftersom förekomst av sådan bestämmer inte bara Rysslands vetenskapliga, teknologiska och andra möjligheter och positioner i världen utan även samhällets sociala framsteg.¹⁴¹ Landet kan inte bli rikt och strategiskt oberoende utan att positionerna inom elektronikområdet återupprättas. En modern elektronikindustri har t ex stor betydelse för möjligheterna att utveckla den industriella produktionstekniken så att internationell konkurrenskraft uppnås för ryska högteknologiska produkter. B. Babajan, arkitekten bakom Rysslands superdator, tror emellertid att rysk elektronikforskning är mycket mer konkurrenskraftig än tillverkningsdelen. Han förutspår, liksom Alferov, en framtid där FoU kommer att bedrivas i Ryssland medan tillverkning kan komma att utlokaliseras till Sydostasien eller Kina.

Den nuvarande ryska elektroniska industrin torde utvecklingsmässigt ligga 5-10 år efter den internationella (amerikanska) utvecklingsfronten. Inte obetydliga delar av industrin torde t.o.m. härröra från sovjetisk tid. I viss mån har ryska forskare och tekniker, framför allt i militära system, kunnat kompensera för detta genom innovativ systemarkitektur och kvalificerad

¹³⁶ Ksenia Gonchar, *Russia's Defence Industry at the Turn of the Century*, Bonn International Center for Conversion (BICC), Brief nr 17, november 2000.

¹³⁷ Kokosjin, A., "Novyj mezjdunarodnyj kontekst ..." [Ett nytt internationellt sammanhang. Rysslands nationella intressen i ett globaliseringsperspektiv], *Nezavisimaja gazeta*, 26 maj 2000.

¹³⁸ Stanislav Simanovsky, "Science and Technology in Russia – Problems and Prospects" *Berichte des Bundesinstituts für ostwissenschaftliche und internationale Studien*, nr 18, 1998.

¹³⁹ Molodtsova, V., "Zjores Alferov – litso fizitjeskoje" [Zjores Alferov, en personlighet inom fysiken], *Rossijskaja gazeta*, 4 april 2001.

¹⁴⁰ Bovt, G., "My proigryvajem ..." [Vi förlorar innovationsprocessen], *Izvestija*, 8 juni 2001. 1993 låg för övrigt den västliga standarden på 0,8 mikrometer. *Nationalencyklopedin*, uppslagsord "mikroelektronik".

¹⁴¹ Molodtsova, V., op cit.

matematik.¹⁴² Men med den allt snabbare teknologiska utvecklingen måste även elementbasen förnyas om inte Ryssland oåterkalleligt skall bli ett råvaruproducerande bihang till den utvecklade världen, menar Alferov.¹⁴³ Den tidigare försvarsministern I Sergejev framhöll i anslutning till doktrindebatten 1999 att utvecklingen av en ny elementbas bör ingå som en viktig del av försvarets utvecklingsstrategi.¹⁴⁴

Av allt att döma har branschmyndigheten för ledningssystem (RASU) fått en viktig roll när det gäller att återvinna Rysslands positioner på elektronikområdet. RASU, som utgör en av fem relativt nyetablerade branschmyndigheter för försvarsindustrin, ansvarar för områdena radioindustri, elektronik och kommunikation.¹⁴⁵ RASU:s generaldirektör påpekar att stor vikt skall läggas vid att utveckla en strålningstålig elementbas samt principiellt nya teknologier såsom nanoelektronik och mikromekanik.

Det planerade utvecklingsarbetet har integrerats i ett stort s.k. federalt målprogram *Elektron-naja Rossija 2002-2010* som omfattar redan existerande program på aktuellt område hos olika ministerier och myndigheter.¹⁴⁶ Utvecklingsarbetet skall förläggas till forskningscentra i Zelenograd. Finansieringen är ännu oklar. Men president Putin har gett order om att utarbeta utgångspunkter för den statliga politiken inom elektronikområdet och ange vad som är absolut nödvändigt för programmets genomförande.

Datorteknologi

Den ryska utvecklingen av datorteknologi präglas av att landet än så länge saknar förmåga att skapa mikroprocessorer som kapacitetsmässigt kan mäta sig med de senaste Intel-versionerna. Man försöker kompensera för detta underläge genom att utveckla avancerad matematik och programmering varigenom flera multiprocessordatorer kan knytas ihop till ett parallellarbetsande system. På så sätt skapas dator- och styrsystem som i sina taktisk-tekniska karakteristika kan mäta sig med de bästa utländska motsvarigheterna.¹⁴⁷

Och Ryssland har nått framgångar inom området. I juli 2001 avslutades de tekniska proven med den första ryskkonstruerade superdatorn, betecknad MVS-1000M.¹⁴⁸ I världens prestige-fyllda datorliga har Ryssland därmed avancerat från en undanskymd köplats till åttonde plats i Europa och tjugioåttonde plats i världen. Ryssland tar därmed plats i den exklusiva grupp av länder med egen superdatorproduktion, som tidigare bara inkluderade USA och Japan.

Datorn har på tre år konstruerats vid Ryska Vetenskapsakademins datorcenter. Dess räknehastighet anges till en biljon (10^{12}) operationer per sekund att jämföra med 13,6 biljoner för den snabbaste, likaledes nykonstruerade amerikanska superdatorn. Den ryska superdatorn

¹⁴² Leskov, S., "Ten obretjena ..." [Skuggan kommer alltid efter], *Izvestija*, 21 september 2001.

¹⁴³ Redan 1992 påpekade A Kokosjin elementbasens svaghet. Kokosjin, A., "Protivoretjija ..." [Målkonflikter mellan utarbetandet av Rysslands militärtekniska politik och vägen att realisera denna], *Vojennaja mysl* nr 2, 1993.

¹⁴⁴ Igor Sergejev, "Osnovy vojenno-technitjeskoj politiki Rossii v natjale XXI veka" [Grunder för Rysslands militär-tekniska politik i början av det tjugoförsta århundradet], *Krasnaja Zvezda*, 9 december 1999, s.1-2.

¹⁴⁵ Korotjenko, I., "Oboronnaja elektronika ..." [Försvarselektroniken integreras], *Nezavisimoje vojennoje obozrenije*, 20-26 juli 2001.

¹⁴⁶ Regeringsförordning nr 65, 28 januari 2002,

http://www.government.gov.ru/data/structdoc.html?he_id=100&do_id=198.

¹⁴⁷ Dernovoj, V., "Vooruzjenije: sevodnja i zavtra" [Vapen: i dag och i morgon], *Krasnaja zvezda*, 30 maj 2000; Rogatjev, V., "Skorost ..." [Hastighet – en biljon operationer per sekund], *Inzjennaja gazeta* nr 22, 2001.

¹⁴⁸ Leskov, S., "U nas pojavilas ..." [Vi har fått superkapacitet], *Izvestija*, 1 augusti 2001; Leskov, S., "Sozdan superkompjuter ..." [Morgondagens superdator är här], *Izvestija-Nauka*, 24 augusti 2001.

innehåller 768 mikroprocessorer av Intel-fabrikat.¹⁴⁹ I övrigt utgör datorarkitektur, matematik m.m. rent ryskt know-how. Uppskattad kostnad är 10 miljoner dollar att jämföra med 53 miljoner för den amerikanska datorn.

Den ryska superdatorn kommer bl a att placeras hos nobelpristagaren Zjores Alferov i Sankt Petersburgs forskningscenter samt i Novosibirsk. I ett följande utvecklingssteg planeras en avsevärt kraftfullare dator med hastigheten 5 biljoner operationer per sekund. Detta arbete beräknas ta halvtannat år. De ryska forskarna säger sig inte vara främmande för export i framtiden. Som en viktig konkurrensfördel mot USA anges ett förhållandevis lågt pris.

I början av 1990-talet såg man i den ryska statsledningen det framväxande IT-samhället som ett hot mer än som ett utvecklingsdrivande, möjlighetsskapande fenomen. I dag har denna syn nyanserats och man framhåller vid sidan av hoten de nya möjligheter såväl på det civila som på det militära området, som utvecklingen ställer i utsikt.

På den civila sidan har allt fler debattörer de senaste åren framhållit programvaruområdet som ett fält inom vilken rysk industri skulle kunna ha stora möjligheter att expandera.¹⁵⁰ Den internationella marknaden för informationsteknologiprodukter uppgick 1998 till mellan 700 och 800 miljarder dollar med tillväxtmöjligheter på upp till 30 procent per år. Mer än hälften utgjordes av programutveckling och IT-tjänster.¹⁵¹ Programmeringsbehoven är emellertid endast till 30 – 40 procent tillgodosedda. Huvudanledningen är bristen på kompetent folk. Den internationella konkurrensen om denna arbetskraft är knivskarp.

Rysslands position på den internationella programvarumarknaden är mycket blygsam, och många bedömare menar att den är klart sämre än vad de reella möjligheterna motsvarar. Ryska mjukvaruproducenter har dock kontrakterats av utländska firmor. Exporten av programvara 1997 inbringade inte mer än 40 – 50 miljoner dollar,¹⁵² att jämföra med exportinkomster på 3,8 miljarder dollar för annan högteknologisk utrustning. I Ryssland arbetar inom området cirka 2 000 specialister, utgörande mindre än 10 procent av från Ryssland utvandrade programmerare.¹⁵³ Exempelvis finns bland Microsofts 20 000 programmerare 1000 bördiga från Ryssland. Endast kineser och indier utgör större grupper av utländskt ursprung.¹⁵⁴

Till ledande länder på exportmarknaden för programvara hör Indien, Irland, Israel, Ungern, Polen och Uruguay – länder som man inte i första hand brukar associera med rollen av ledande industriländer. Men de har traditionellt en hög utbildningsnivå, särskilt inom fysik och matematik. I Ryssland finns alla erforderliga vetenskapliga och teknologiska förutsättningar

¹⁴⁹ MVS-1000M har ett operativminne på 768 gigabyte och ett perifert minne på 7680 gigabyt.

¹⁵⁰ Bl.a. detta utvecklades för president Putin vid ett möte i augusti 2000 med ett antal av Rysslands främsta vetenskapsmän. Vaganov, A., "Akademik Vladimir Fortov ..." [Akademiledamoten Vladimir Fortov: Programvaruindustrin – en chans för Ryssland], *Nezavisimaja gazeta-Nauka*, 22 november 2000.

¹⁵¹ I samband med utveckling av nya datorer med nya arkitekturer uppstår t ex behov av att konvertera gammal programvara (*konvejernyj soft*). Se Vaganov, A., "Akademik Vladimir Fortov...", op. cit..

¹⁵² En senare uppgift anger 126 miljoner. Se Leskov, S., "Kak ykrepit 'mjagkij' biznes" [Hur man kan stärka mjukvaruhandeln], *Izvestija*, 15 juni 2001.

¹⁵³ Enligt A Kokosjin finns vid en rad ledande amerikanska företag, bl a Microsoft, Sun Microsystems och Boeing, särskilda program för rekrytering av ryska matematiker/programmerare. De är erkänt duktiga på att utveckla arkitekturer för "högr produktiva" datorsystem. De värderas emellertid inte efter förtjänst, menar Kokosjin, när det gäller såväl löner som tilldelade arbetsuppgifter. Se Kokosjin, A., "Rossija mozhet ..." [Ryssland kan förbli utan högteknologier], *Nezavisimaja gazeta-Nauka*, 22 juni 1999.

¹⁵⁴ Leskov, S., " 'Majkrosoft' tsenit ..." [Microsoft sätter värde på ryska matematiker], *Izvestija*, 24 augusti 2001.

för att skapa och utveckla programvaruindustrin och göra den till en stark exportindustri.¹⁵⁵ Hög kompetens finns inom områden som kryptografi, mönsterigenkänning, bildbehandling, programutveckling för sambandssystem, nätteknologier, web-design, utveckling av stora databaser, bioinformatik, modellering, utveckling av programmeringsspråk och programmeringssystem etc. Samtidigt disponerar Ryssland omkring tre gånger fler forskare än Indien inom de tekniska vetenskaperna.

Ryska Vetenskapsakademien har inlett ett samarbete med Indien på IT-området och de indiska erfarenheterna på området studeras noga. Av särskilt intresse är etablering av s.k. off-shore-programmering.¹⁵⁶ Vetenskapsakademien har också tagit initiativ till ett interdepartementalt IT-center, som skall ha till uppgift att koordinera utvecklingen av off-shore-programmering som ett nytt industriblock.¹⁵⁷ Investeringar på några tiotals miljoner dollar har redan erhållits från Väst och bedömare menar att off-shore-programmeringen inom något år kan komma att få betydande vikt.

Utvecklingen av en livskraftig programvaruindustri i Ryssland förutsätter emellertid att insynen i programvaruföretagens affärsverksamhet förbättras och legaliseras så att seriösa internationella bolag, t.ex. Boeing och Microsoft, kan uppträda som beställare och investerare.¹⁵⁸

Kraft- och bränsleförsörjning

Långsiktig, strategiskt betonad FoU har haft mycket svårt att hävda sig mot de kortsiktiga vinstintressena i den tuffa ryska ekonomin. Kraft- och bränslesektorn utgör en god illustration. Här har ingen större gas- och oljeprospektering genomförts sedan 1991. Samtidigt vet man att redan prospekterade källor endast kan räcka ett femtontal år, och att tiden från prospektering till dess att råvaror kan börja utvinna i bästa fall rör sig om 7-8 år. Om inte prioriteringarna ändras står Ryssland, enligt experter, inom något tiotal år inför en försörjningskris på kraft- och bränsleområdet. Men prospektering inom aktuella områden är extremt dyrbart.¹⁵⁹

Sedan 1950-talet har - samtidigt som vätebomben kom till - drömmar funnits om att konstruera en "outtömlig" energikälla genom kontrollerad nukleär fusion av väteatomer.¹⁶⁰ En sådan energikälla skulle t.o.m. vara ekologiskt ren och ojämförligt säkrare än en fissionsreaktor.¹⁶¹ För att få till stånd en fusionsreaktion av nämnt slag krävs en temperatur motsvarande den som råder i solens inre. Det huvudsakliga problemet vid konstruktionen av en framtida reaktor är hur den materia - plasmat - som skall upphetas till sådan temperatur skall inneslutas. Den principiella lösning som länge dominerat forskningen är inneslutning i en "magnetisk flaska", en s.k. tokamak (*toroidalnaja magnitnaja kamera*).¹⁶² Den första tokamaken konstruerades

¹⁵⁵ Den ryske vetenskapsjournalisten S Leskov ser också programvaruområdet som en lovande framtida nisch för rysk exportindustri. Leskov, S., op cit.

¹⁵⁶ Med off-shore-programmering avses upphandling av programmeringstjänster där de är som billigast (t.ex. i utlandet). Ett bra exempel är västerländska företag som upphandlar tjänster hos indiska programmerare som är mycket billiga.

¹⁵⁷ Leskov, S., "Kak ykrepit 'mjagkij' biznes" [Hur man kan stärka mjukvaruhandeln], *Izvestija*, 15 juni 2001.

¹⁵⁸ Vaganov, A., "Akademik Vladimir Fortov ..." [Akademiledamoten Vladimir Fortov: Programvaruindustrin - en chans för Ryssland], *Nezavisimaja gazeta-Nauka*, 22 november 2000.

¹⁵⁹ Trigubovitj, Ju., "Rossija na poroge ..." [Ryssland på tröskeln till en råvarukris], *Nezavisimaja gazeta*, 24 maj 2001.

¹⁶⁰ I vätebomben är den ju okontrollerad, explosiv.

¹⁶¹ Förgrundsmän inom detta område var bl a A Sacharov och I Kurtjatov. Dmitrijev, I., "V sto sorok solnts ..." [I 140 solar har solnedgång glött], *Izvestija*, 15 juni 2001.

¹⁶² Dmitrijev, I., op cit.

1956 av ryska forskare. 30 miljarder dollar har hittills lagts ned på forskningen, varav hälften av USA.¹⁶³

Fusionsreaktorprojektet är av sådan svårighetsgrad, har sådan ekonomisk omfattning och sådana tidsperspektiv att ett enskilt land kan ha svårigheter att driva det på egen hand. I stället har länder som USA, Ryssland, Japan, Kanada, EU och Kazakstan etablerat samarbete med målet att utveckla en termonukleär experimentreaktor.¹⁶⁴ Det internationella projektarbetet har varit framgångsrikt. 1997 uppnådde EU-tokamaken JET¹⁶⁵ för termonukleär reaktion erforderlig temperatur i någon sekund. Och enligt senaste uppgifter har en förbättrad tokamak i Japan uppnått 400 miljoner grader under några sekunder. Projektarbetet anses nu avslutat och planeringen av reaktorbygget skall påbörjas. Den troliga lokaliseringen sägs vara Toronto i Kanada, till Rysslands besvikelse. Byggstart förutses inte ske förrän om cirka 10 år och leveranser av energi i kommersiell skala kommer inte att kunna ske före år 2050.¹⁶⁶

Detta forskningsprojekt tycks trots tidsperspektivet tillmätas särskild betydelse av den ryska ledningen. Visserligen har man i den ekonomiska snålblåsten tvingats sälja en fungerande tokamak till Kina och lägga den enda kvarvarande i malpåse. Men det är det enda internationella samarbetsprojekt på FoU-området, där Ryssland inte bara är en jämbördig samarbetspartner utan även punktligt fullgör sina ekonomiska åtaganden. Projektets samarbetsråd ligger i Moskva. Dessutom arbetar grupper i flera länder och i varje sådan finns ryska specialister.¹⁶⁷

Framtida energiförsörjning har tydliga implikationer för rysk nationell säkerhet. Samtidigt som den ryska forskningen, som beskrivits ovan, söker nya vägar har gas- och oljekomplexet kommit att spela en intressant roll för delar av MIK både i ett kort och åtminstone medellångt perspektiv. Gas- och oljeindustrin anlitar sedan ett antal år tillbaka företag som vill konvertera sin produktion från militär till civil. Gazprom har t.ex. satsat stora ekonomiska resurser på utveckling av inhemska gaskompressorer. Försvarsindustriföretag som sysslar med flygmotorer och framdrivningssystem för fartyg har deltagit i detta arbete. Gazproms syfte är flerfaldigt: dels att komma ur beroendet av dyr utländsk utrustning, dels skapa konkurrens på den inhemska marknaden och undvika monopolbildning.

Och det handlar om miljardtals kronor och tusentals nya arbetstillfällen om man får tro cheferna för Gazprom och Lukoil. Gazprom har t.ex. fattat beslut om att byta ut 80 procent av dagens gaskompressorer under de kommande 20 åren. Enligt preliminära uppskattningar kommer detta att kräva investeringar om 2,5-3 miljarder USD. Och utvecklandet av inhemsk utrustning har högsta prioritet.

Även andra företag, utöver flygmotortillverkare, har anlitats av Gazprom. Exempelvis har det statliga ryska kärnforskningscentret VNIIEF i Sarov (mera känt under namnet Arzamas-16, ett av Rysslands tre kärnvapenlaboratorier) utvecklat sensorer för temperatur- och fuktighetsmätning, vibrationer, system för miljöövervakning, fjärrstyrning av produktion m.m.¹⁶⁸

¹⁶³ Dmitrijev, I., op cit.

¹⁶⁴ Från början var USA också med men drog sig ur 1998 för att på egen hand skapa en reaktor. I stället för tokamak-principen har man därvid andra principer för inneslutning av plasmat. Se Trigubovitj, J., op.cit.

¹⁶⁵ Anläggningen Joint European Torus (JET) ligger utanför Oxford i England.

¹⁶⁶ Dmitrijev, I., "V sto sorok solnts ..." [I 140 solar har solnedgång glött], *Izvestija*, 15 juni 2001 och Voskobochnikova, V., "ITER natjnat stroit ..." [Den internationella termonukleära försöksreaktorn börjar byggas om 10 år], *Inzjenernaja gazeta* nr 17-18, 2001.

¹⁶⁷ Voskobochnikova, V., op cit.

¹⁶⁸ Rem Vyakhirev, "Gazprom: The Breakthrough Into Conversion" och "The Gazprom Phenomenon: New Civilian Orders" och Vagit U. Alekperov, "The Russian Oil Sector and Conversion" och "Lukoil: Toward Stabi-

Energibärarkomplexet skapar en stor inhemsk marknad för utvinnings- och transportutrustning samtidigt som det kan betala i reda pengar. Detta är en lyckosam kombination som kan driva på konverteringen (diversifieringen) inom delar av MIK samtidigt som dessa uppdrag ger MIK-företagen en chans att bevara sina militärtekniska kompetenser. Gas- och oljeindustrin har också en långsiktighet i sin avsikt att anlita MIK varför välbehövlig stabilitet skapas för de berörda företagen.

3.5 Synen på ryska kritiska teknologier

Redovisningen av den amerikanska respektive ryska synen på kritiska teknologier syftar inte till att i absoluta termer jämföra ryskt kunnande avseende kritiska teknologier med USA:s eller något annat lands. En sådana jämförelse skulle av flera skäl vara behäftad med stora osäkerheter eftersom oftast flera teknologier kan utnyttjas för att lösa ett och samma tekniska problem. Redovisningen syftar i stället till att på ett mer aggregerat sätt beskriva vilka teknologier USA respektive Ryssland ser som viktiga för den framtida militärtekniska utvecklingen. Samtidigt ger den amerikanska bedömningen en indikation på både den ryska forskningens kvantitet och dess kvalitet.

3.5.1 Den amerikanska synen

Sammanfattning

USA:s försvarsdepartement sammanställer kontinuerligt ett dokument, *Military Critical Technologies List* (MCTL) där en amerikansk bedömning ges avseende länders teknologinivå inom teknologiområden som DoD anser vara kritiska för att bibehålla amerikansk överlägsen militär kapacitet.

MCTL:s teknologibedömningar är strukturerade i tre olika delar som behandlar kritiska teknologier under utveckling, vapensystemteknologier, samt teknologier för massförstörelsevapen.

Den del av MCTL som behandlar kritiska teknologier ger Ryssland högsta betyg inom ett flertal teknologiområden: kemisk teknologi; lägesbestämning, navigering och tid; viss flygteknologi så som aeronautisk framdrivning; viss biologisk teknologi så som biologiska sensorer. MCTL ger också Ryssland lägsta betyg inom några områden så som elektrooptiska sensorer och radar.

Inom delen för vapensystemteknologier ger MCTL Ryssland högsta betyg inom: kemiska och biologiska system, radio- och databaserade referensnavigeringssystem; nukleära system; lasrar; optiska motåtgärder inom informationskrigföring; signaturanpassning (radar, laser, magnetisk).

Den del av MCTL som berör massförstörelsevapentechnologier ger Ryssland högsta betyg inom: bärarteknologi, kärnvapen, biologiska och kemiska vapen.

lization” i Vlad E. Genin (red.) *The Anatomy of Russian Defense Conversion*, (Vega Press, Walnut Creek, 2001), s. 288-296 resp. 710-716 och 298-302 resp. 718-720.

Det amerikanska *Office of the Secretary of Defense Critical Technology Program* utvecklar och publicerar med kongressens mandat ett dokument om militärt kritiska teknologier, *Military Critical Technologies List*, MCTL.¹⁶⁹ MCTL är en detaljerad sammanställning av teknologier som DoD bedömer vara kritiska för att bibehålla en amerikansk överlägsen militär kapacitet.

MCTL behandlar alla slags uppdragsområden med särskild vikt lagd vid icke-spridningsverksamhet. MCTL används bl a som teknisk grund för förslag gällande amerikansk exportkontroll inom t ex Wassenaar Arrangement, för licensgivning samt för underrättelseinhämtning.

Dokumentet är strukturerat i tre delar som behandlar: vapensystemteknologier, teknologier för massförstörelsevapen samt kritiska teknologier under utveckling. Det kunskapsinventerande dokumentet ligger utlagt på Internet och uppdateras kontinuerligt.

De utländska teknologibedömningarna tas fram av vetenskaps- och teknologiarbetsgrupper med medlemmar från industrin, staten och den akademiska världen. Samarbete med underrättelseväsendet utgör en väsentlig del av bedömningarna. MCTL beskriver sina teknologibedömningarna som just bedömningar och inte funna forskningsresultat.

3.5.1.1 Kritiska teknologier under utveckling

Dokumentet listar tjugo kritiska teknologiområden. Elva av dessa finns för närvarande att tillgå elektroniskt på Internet (se uppräkningslistan nedan).

Som redan nämnts finns det flera problem med en sådan här bedömning än bara den att få grepp om ett lands teknologinivå. Att sätta en siffra på ett teknologiområde och därifrån dra slutsatser om betydelsen av detta för specifika systemområden kan ge en missvisande bild av landets kapacitet inom området om landet i själva verket använder sig av andra tekniska lösningar för att lösa samma problem. Det kan emellertid ändå vara av intresse att se hur den amerikanska bedömningen av rysk teknologinivå ser ut inom de utvalda kritiska teknologiområdena.

I nedanstående sammanställning motsvarar siffran inom parentes den bedömning som angetts för vardera teknologiområde i MCTL-dokumentet. Siffran 1 motsvarar begränsade FoU-ansträngningar, siffran 2 avser måttliga FoU-ansträngningar, siffran 3 avser betydande FoU-ansträngningar, siffran 4 avser omfångsrika FoU-ansträngningar. MCTL betonar att den amerikanska bedömningen avser ett lands FoU-ansträngningar och kapacitet och att det inte är fråga om bedömning av förväntad framgång.

Siffran som följer efter respektive rubrik är ett medelvärde av bedömningen av de ingående delområdena. Detta medelvärde är vårt eget och tar alltså inte hänsyn till att delområdena kan ha olika vikt i en sammanvägd bedömning. Samtidigt ger detta medelvärde en övergripande bild av rysk teknologisk förmåga inom respektive område. Områdena listas nedan i sjunkande betygsordning.

¹⁶⁹ Military critical technology list, <http://www.dtic.mil/mctl/>.

Lägesbestämning, navigering och tid (4,0): Tröghetsnavigering och relaterade komponenter (4), Gravitationsmätare och gravitationsgradiomätare (4), Radio- och databaserad referensnavigationssystem (4).

Kemisk teknologi (4,0) Försvarssystem (4), Spridning (4), Materialproduktion (4), Detektion varning och identifikation (4), Obskuranter (material som degraderar eller förstör sensorer som opererar i det elektromagnetiska spektrat) (4).

Biologisk teknologi (3,25): Förbättring av mänsklig prestanda (3), Biologiska sensorer (4), Biomaterial och nanotillverkning (3), Skydd på individ- och gruppnivå (3).

Energisystem (3,25): Energiomvandling och alstring av energi (4), Lagring av energi (4), Reglering av energiuttag (4), Biologiska energisystem (1).

Informationssystem (3,2): Informationskommunikation (3), Informationsutbyte (4), Informationsbehandling (3), Informationssäkerhet (4), Informationsledning och kontroll (2).

Elektronisk teknologi (3,0): Elektroniska komponenter (4) Elektroniska material (3), Elektronisk tillverkning (2), Mikroelektronik (3), Nanoelektronik (3).

Flygteknologi (2,83): Aerodynamik (3), Aeronautisk framdrivning (4), Aeronautiska strukturer (3), Aeronautisk farkostskontroll (3), Aeronautiska undersystem och komponenter (2), Aeronautisk konstruktion och integrering (2).

Biomedicinsk teknologi (2,75): Etiologiska faktorer (3), Ledning vid biologisk och kemisk attack (3), Ledning av trauma, stress och behandling (2), Taktisk medicinsk ledning (3).

Tillverknings- och fabrikationsteknologi (2,0): Långt framskriden tillverkning och bearbetning (2), Beläggning (1), Lager (upphängningsanordningar av exempelvis magnetisk karaktär) (1), Metrologi (2), Icke-destruktiv inspektion och evaluering (3), Produktionsutrustning (3), Robotteknik (2).

Sensorteknologi (1,5): Akustiska sensorer (landplattformar), Akustiska sensorer (Marinaktiva sonarer) (2), Akustiska sensorer (Marinpassiva sonarer) (2), Akustiska sensorer (Marinplattformar) (2), Elektrooptiska sensorer (1), Radar (1), Mindetektion och -röjning till lands (3), Mindetektion och -röjning i havs- och kustregion (1).

Laser och optiska system (1,2): Laser (3), Optik (2), Optiska material och processer (1), Stödande teknologier och tillämpning, Optoelektronik och fotonikteknologi .

3.5.1.2 Vapensystemteknologier

Den del av MCTL som behandlar vapensystemteknologier listar teknologier som bedöms vara kritiska för att USA skall försäkra sig om överlägsen amerikansk prestanda inom dessa vapensystem. Arton teknikområden tas upp. Områdena listas kortfattat nedan i betygsordning. I bilaga A presenteras materialet mer utförligt. Där listas, i tabellform för vardera teknikområde, den amerikanska beskrivningen av de nyckelfaktorer som bedöms nödvändiga för att behålla de amerikanska systemens överlägsenhet. De system som bedöms dra nytta av tekniken

listas också. På så vis kan man här extrapolera den amerikanska bedömningen av det ryska teknikkunnandet till rysk möjlighet inom systemapplikation.

Som utgångspunkt för bedömningen av teknologinivån är den prestandanivå som garanterar amerikanska systems överlägsenhet. Siffran inom parantes avser den bedömning som Ryssland givits inom vardera teknologiområde. Siffran 1 motsvarar begränsad kritisk teknologikapacitet, siffran 2 avser måttlig kritisk teknologikapacitet, siffran 3 avser betydande kritisk teknologikapacitet, siffran 4 avser heltäckande kritisk teknologikapacitet.

Siffran som följer efter respektive rubrik är ett medelvärde av bedömningen av de ingående delområdena. Detta medelvärde är vårt eget och tar alltså inte hänsyn till att delområdena kan ha olika vikt i en sammanvägd bedömning. Samtidigt ger detta medelvärde en övergripande bild av rysk teknologisk förmåga inom respektive område. I vissa fall saknas bedömning av ett delområde vilket markeras med (-). Medelvärdet beräknas då över övriga ingående delområden. Områdena listas nedan i sjunkande betygsordning.

Nukleära system (4,0): Fissionsreaktor (4), Nukleär materialbearbetning (4), Kärnvapen (4).

Kemiska och biologiska system (4,0): Kemiska och biologiska försvarssystem (4), Detektion, varning och identifiering (4).

Signaturanpassning (3,42): Radarsignaturanpassning (4), Akustisk signaturanpassning (3), Infraröd signaturanpassning (3), Multispektral signaturanpassning (3), Optisk signaturanpassning (3), Lasersignaturanpassning (4), Magnetisk signaturanpassning (4), Material och strukturer (4), Testmätning, produktion och inspektion (3), Konstruktionsteknologi (4), Mjukvara (3), Teknik för att upptäcka signaturanpassade system (3).

Kraftsystem (3,33): Konventionella högeffektiva komprimerade system (3), Elektrisk strömförsörjning till mobila plattformar (3), System för pulsad och hög effekt (4).

Styrning, navigering och fordonskontroll (3,33): Flygplans- och farkoststyrsystem (3), Tröghetsnavigeringssystem och relaterade komponenter (3), Radio- och databaserade referensnavigeringssystem (4).

Informationskrigföring (3,25): Elektronisk attack (3), Elektroniskt skydd (3), Optiska motåtgärder (4), Optiska mot-motåtgärder (3).

System för riktad och kinetisk energi (3,0): Högenergetiska kemiska lasrar (3), Stödjande teknologier för vapen med riktad energi (3).

Sensor- och laserteknologi (2,9): Akustiska sensorer, flyg- och markplattformar (2), Akustiska sensorer, marina aktiva sonarer (3), Akustiska sensorer, marina passiva sonarer (2), Akustiska sensorer, marina plattformar (3), Elektrooptiska sensorer (3), Gravimetrar och gravitogradiometrar (2), Lasrar (4), Magnetometrar och magnetiska gradiometrar (3), Obskuranter (4), Radar (3).

Materialteknologi (2,83): Pansar och pansarbrytande material (4), Elektriska material (3), Magnetiska material (3), Optiska material (3), Strukturella material (3), Specialfunktionsmaterial (1).

Vapen och energetiska material (2,8): Fin- och mellankalibriga vapen (3), Bomber, stridsdelar och grovkalibriga projektiler (3), Energetiska material (3), System för säkring, laddning, tändning och avfyrning (2), Kanon- och artillerisystem (3), System för upptäckt, sprängning och röjning av minor (-).

Flygtekniska system (2,67): Flygplansteknik (4), Gasturbinmotorer (2), Människa-system-interaktion (2).

Marina system (2,67): Framdrivningssystem (2), Marin signaturanpassning (4), Undervattens- och dykfarkoster (2).

Rymdsystem (2,6): Elektronik och dator (3), Optronik (3), Kraft- och värmestyrning (2), Framdrivningssystem för rymdsystem (3), Sensorer för rymdsystem (2).

Elektronik (2,17): Elektroniska komponenter (2), Elektroniska material (3), Fabrikationsutrustning (2), Elektronisk utrustning för generell användning (2), Mikroelektronik (2), Optoelektronik (2).

Marksystemsteknologi (2,0): Avancerade dieselmotorer (3) Fordonselektronik (1).

Tillverkning och fabrikation (2,0): Avancerad fabrikation och bearbetning (2), Lagrings-element (2), Metrologi (2), Icke-förstörande inspektionsutrustning (2), Produktionsutrustning (2), Robotteknik (2).

Vapeneffekt och motåtgärder (2,0): Markstötvågor från (djup)penetrerande vapen¹⁷⁰ (2).

Informationssystem (1,9): C⁴I²-system (2), CAD/CAM (2), Högpresterande datorer (2), Människa-system-interaktion (1), Informationssäkerhet (2), Intelligent system (2), Modellering och simulering (-), Nätverk och omkoppling (2), Signalbehandling (2), Mjukvara (2), Transmissionssystem (2).

3.5.1.3 Teknologier för massförstörelsevapen (WMD)

Dokumentet identifierar teknologier och teknologinivåer som krävs för utveckling, integration eller användning av kärnvapen (inkluderande radiologiska vapen), biologiska och kemiska vapen samt deras bärare. Betoningen läggs framförallt på möjligheten för ett land med proliferationsförmåga att hota USA och dess allierade. Av störst intresse är teknologisk kapacitet som är nödvändig för att producera WMD av en given typ och förmågan att leverera dem. Bedömningen skiljer sig från den i avsnittet om teknologier för vapensystem där en bedömning görs avseende den prestandanivå som garanterar amerikanska systems överlägsenhet. Bedömningen avseende massförstörelsevapen rör kapacitet att utveckla operativa system och görs utan antaganden om motståndarens strategi, taktik eller intentioner.

I nedanstående sammanställning motsvarar siffran inom parentes den bedömning som angetts för Ryssland inom vardera teknologiområde i MCTL-dokumentet. Siffran 4 avser kapacitet inom teknologiområdet som överstiger tillräcklig nivå. Det betyder inte att landet har kapacitet inom alla teknologier som är associerade med det teknologiområdet. En 4:a inom ICBM-

¹⁷⁰ Avsedda att verka mot befästningsanläggningar och andra kraftigt skyddade mål.

området indikerar att landets teknologiska kapacitet inom ICBM-området överstiger den nödvändiga nivån för att utveckla ICBM:er. En 3:a avser på motsvarande sätt tillräcklig teknologikapacitet. En 2:a avser en viss teknologiskt sofistikerad nivå men mindre än tillräcklig nivå. 1 avser begränsad kapacitet.

Siffran som följer efter respektive rubrik är ett medelvärde av bedömningen av de ingående delområdena. Detta medelvärde är vårt eget och tar alltså inte hänsyn till att delområdena kan ha olika vikt i en sammanvägd bedömning. Samtidigt ger detta medelvärde en övergripande bild av rysk teknologisk förmåga inom respektive område. I vissa fall saknas bedömning av ett delområde vilket markeras med (-). Medelvärdet beräknas då över övriga ingående delområden. Områdena listas nedan i sjunkande betygsordning.

Bärarteknologi (4,0): Taktiska ballistiska robotar (4), Interkontinentala ballistiska robotar (4), Kryssningsrobotar (4), Stridsflygplan (4), Artilleri (4).

Taktiska ballistiska robotar (4,0): Förlängning av skrovet för missiler med flytande bränsle (4), Post-Boost Vehicles (PBV) (4), Motorer för högenergetiskt fast bränsle (4), Motorer med lagringsbart flytande bränsle (4), Startraketer för påhängning (4), Floated inertial measurement units (4), Digital navigering och styrning (4), Positionering och spinn efter startfasen (4), Substridsdelar (4), Tillverkning av transport- och utskjutningssystem (4), Separering av stridsspetsar (4).

Interkontinentala ballistiska robotar (4,0): Serial staging (4), Parallel staging¹⁷¹ (4), Startraketer för påhängning (4), Högenergetiska fasta bränslen (4), Storskalig gjutning av fast bränsle (4), Stora turbopumpar för flytande bränsle (4), GPS för post-boost-vehicles (PBV) (4), Små styrdatorer för användning på PBV (4), Slutfasstyrda stridsspetsar (4), Material för värmeskydd vid återinträde i atmosfären (4), Post-Boost Vehicles (PBV) (4), Substridsdelar (4).

Kryssningsrobotar (4,0): Manöverorgan för vingar/roder (4), Konstruktioner som medger hög vingbelastning (4), Jetmotorer med stort drivkraft/vikt-förhållande (4), Små turbinmotorer (4), Avancerade högenergetiska bränslen (4), Radarkartor som underlag för terrängföljning (4), Digitala topografiska kartor som underlag för GPS (4), Utrustning för dynamiska test (4), Utspidningsanordningar anpassade till missilens hastighet (Sprayers adapted to airstream) (4), Små kärnvapen (4).

Stridsflygplan (4,0): Modifieringar av flygplansskrov till kommersiellt flyg (4), Signaturanpassning av existerande flyg (4), Framdrivningssystem (4), Avancerade högenergetiska bränslen (4), Modifieringar för styrning och flygning i alla sorters väder (4), Digitalt drivna manöverorgan för existerande autopiloter (4), Militärspecificerade GPS-mottagare (4), Bomb-sikten (4), Enkelt styrda eller målsökande bomber (4), FoU avseende bombers flygmekanik (bomb flight mechanics R&D) (4).

Artilleri (4,0): Tröghetsoptimerade granater (Inertially matched shells) (4), Separationsladdningar med hög energi (för substridsdelar) (High energy burster charges) (4), Rotations- och stötbeständiga kretsar för antändning och avfyrning (4), Eldrörsförlängning för utökad räckvidd (4), Inhemsk tillverkning av kanonen (4), Utveckling av ballistiska tabeller för massförstörelsevapen (Development of firing tables for WMD) (4), Automatiserade kanonsikten som

¹⁷¹ Beträffande bärarsteg (staging), se <http://fas.org/nuke/intro/missile/icbm.htm> och <http://fas.org/nuke/intro/missile/tbm.htm>.

använder sig av GPS för att sikta (4), Vindtunnel och annan laborieutrustning för att mäta flödesfält (4), Inhemsk tillverkning av grovkalibriga kanoner (< 400mm) (4), Inhemsk tillverkning av drivladdningar (4), Utökning av räckvidden genom basflödesteknik (4).

Biologiska vapen (4,0): Produktion av biologiska material (4), Stabilisering, utspridning och test av vapen (4), Detektering, varning och identifiering (4), Biologiska försvarssystem (4).

Kemiska vapen (4,0): Produktion av kemiskt material (4), Utspridning och test av vapen (4), Detektering, varning och identifiering (4), Kemiska försvarssystem (4).

Kärnvapen (3,83): Produktion av utgångsmaterial för anrikning (Enrichment feedstocks production) (4), Anrikning av uran (4), Nukleära fissionsreaktorer (4), Plutoniumextraktion (bearbetning) (4), Litiumproduktion (4), Kärnvapenkonstruktion och utveckling (4), System för säkring, laddning, antändning och avfyring (3), Radiologiska vapen (-), Tillverkning av nukleära komponenter (4), Provbaserad utveckling av kärnvapen (4), Förvar, transport och kontroll av kärnvapen (3), Produktion av tungt vatten (4), Tritiumproduktion (4).

Kärnvapengenererad effekt (3,0): Underjordiska prov (3), Stötvåg (3), Värmestrålning (3), Transient strålningseffekt i elektronisk utrustning samt systemgenererad elektromagnetisk puls (3), Signalpropagering (-), Höghöjds-EMP (3), Låghöjds-EMP (Source Region Electromagnetic Pulse) (3), Pulsad effekt (3).

Informationssystemteknologi (2,67): Informationskommunikation (2), Informationsutbyte (3), Informationsbearbetning (3), Informationssäkerhet (3), Ledning och kontroll av informationssystem (2), Informationssystemresurser (3).

3.5.2 Den ryska synen

Sammanfattning

Sedan 1996 används begreppet ”kritiska teknologier på rysk federal nivå”. Två aspekter framhölls som särskilt viktiga. Den första var i vilka avseenden som det krävs en utveckling i Ryssland för att landet med framgång skall kunna konkurrera med de utvecklade länderna? Den andra aspekten var att ta hänsyn till specifikt ryska förhållanden. Sju grupper av kritiska teknologier togs fram, omfattande informationsteknologi och elektronik, produktionsteknologier, nya material och kemiska produkter, levande systems teknologier, transportteknologier, bränsle- och kraftteknologier samt teknologier för ekologi och rationellt utnyttjande av naturresurser. Ett antal av ovan nämnda teknologier har såväl civil som militär användning.

Avgörande i framttagandet av denna lista var teknologiernas praktiska betydelse, hur de skulle kunna förbättra den inhemska produktionen. Fyra utvecklingsområden preciserades som extra viktiga: informationsteknologi och elektronik, produktionsteknologier, nya material och kemiska produkter samt teknologier för levande system. Med all sannolikhet har arbetet med de kritiska teknologierna tjänat som underlag för precisering av programmet för nationell teknologisk bas (se nedan).

Vad gäller rysk uppskattning av ryska *militära* kritiska teknologier kan förste vice försvarsministern Nikolaj Michajlovs bedömningar av rysk teknologinivå tjäna som riktmärke. Michajlov ger i en jämförelse med amerikansk och japansk teknologinivå Ryssland högsta betyg (4) inom laserteknologi och kärnvapentechnologi medan landet får lågt betyg (1) inom informationsteknologi och ekologisk säkerhet. Medelgoda områden (betyg 2-3) bedöms mikro- och nanoelektronik, optoelektronik, radioelektronik, datorteknologi, bioteknologi, energi- och energibesparingsteknologier, framdrivningsteknologier, industriutrustning, unik experiment- och testbas, teknologi för nya material samt spetskemi och energitäta material vara.

Michajlov menar att trots sammanfallande forskningsinriktningar i USA och Ryssland så växer klyftan mellan länderna till Rysslands nackdel. Mot bakgrund av denna teknologiska och tekniska eftersläpning i förhållande till de ledande militär- och industrinationerna måste Ryssland satsa på asymmetriska lösningar. Ryssland kommer inte att kunna följa med i alla teknikutvecklingsspår, utan måste prioritera några styrkeområden. Samtidigt finns det ryska bedömare (som oftast inte har något budgetansvar) som menar att Ryssland måste satsa på att uppnå paritet med de ledande makterna inom alla nyckelteknologiområden (som var fallet under Sovjettiden).

Samtidigt prioriterar Ryssland traditionellt svaga områden som IT, elektronik och produktionsteknologi, typiska dubbelanvändningsteknologier, för att inte teknikgapet till de ledande industri- och militärnationerna skall växa allt för mycket och Rysslands militärtekniska förmåga och därmed nationella säkerhet äventyras.

Begreppet ”kritiska teknologier på rysk federal nivå” myntades 1996 av dåvarande Tjernomyrdin-regeringen. Två aspekter framhölls som särskilt viktiga. Den första utgick från frågan ”I vilka avseenden måste det ske en utveckling i landet för att man med framgång skall kunna konkurrera med de utvecklade länderna?” I den andra frågan har hänsyn tagits till rent ryska

förhållanden. Sålunda preciserades efter omfattande studier sju grupper av kritiska teknologier, omfattande i det första fallet informationsteknologi och elektronik, produktionsteknologier, nya material och kemiska produkter, levande systems teknologier och i det andra fallet transportteknologier, bränsle- och kraftteknologier samt teknologier för ekologi och rationellt utnyttjande av naturen.¹⁷²

Inom varje område preciserades för områdets utveckling kritiska teknologier med hänsyn till i vilken omfattning dessa kunde tänkas påverka livskvalitet, inhemska varors och tjänsters konkurrenskraft, tillkomsten av principiellt nya material och ny utrustning. Avgörande var med andra ord teknologiernas praktiska betydelse, hur de skulle kunna förbättra den inhemska produktionen. Listor med kritiska teknologier redovisas i bilaga C. I bilaga C redogörs även för en revisionsrapport från den ryska Revisionskammaren som redovisar resultatet av den värdering av dessa kritiska teknologier som gjordes av Vetenskapsministeriet Minnauka 1995-1996.¹⁷³

Hundratals forskare och experter arbetade med underlaget till denna lista. Bedömningar av ett tjugotal ministerier och myndigheter sammanvägdes. Listor med de ledande ländernas prioriteringar studerades. Samtidigt analyserades Rysslands inmutningar inom vetenskap och teknik och på så sätt ansåg man att man fick fram en kärna av prioriterade områden, som bestämts av vetenskapens och teknikens ”utvecklingslogik” i världen samt efterfrågan från de ledande ländernas mest dynamiska ekonomiska branscher. På den grundvalen preciserades fyra utvecklingsområden:

- informationsteknologi och elektronik,
- produktionsteknologier,
- nya material och kemiska produkter samt
- teknologier för levande system.

Då hänsyn togs till specifika ryska förhållanden betonades landets stora territorium som kräver ett högt utvecklat transportsystem. Ryssland är vidare ett av de rikaste länderna i världen vad avser bränsle- och energiresurser. Detta försteg måste också utnyttjas och återspeglas i prioriteringen. Särskilt motiverat är detta idag när ekonomin är starkt beroende av råvarubranscherna. Ett annat viktigt område är ekologi och rationellt utnyttjande av naturresurserna, motiverat av den mycket ogynnsamma ekologiska situationen i många av Rysslands regioner. Grundläggande forskningsarbeten redovisades som ett separat område i listan. Detta omfattar ett brett spektrum av grundforskningsproblem som presenterats av Ryska Vetenskapsakademien.

Med all sannolikhet har arbetet med de kritiska teknologierna tjänat som underlag för precisering av programmet för nationell teknologisk bas som redogörs för i avsnitt 3.9. Utgående från listan över prioriterade områden utarbetades och stadfästes i slutet av 1996 ett federalt program för utveckling av civil forskning och teknik under åren 1996 – 2000.¹⁷⁴

¹⁷² Se för övrigt ”Novyje priorityety ...” [Nya prioriteringar inom vetenskap och teknik], *Rossijskaja gazeta*, 8 augusti 1996.

¹⁷³ *Resultatredovisning från utvärderingen av tillståndet i de vetenskapliga organisationerna och effektiviteten i utnyttjandet av deras potential, samt av hur utvecklingen av basteknologier och unik produktion i Ryska federationen säkerställs*, Stjotnaja Palata Rossijskoj Federatsii, (ej daterad, men sannolikt från 1999), bilaga 1.

¹⁷⁴ ”Issledovaniya ...” [Forskning och utveckling inom prioriterade områden för utveckling av civil vetenskap och teknik], *Rossijskaja gazeta*, 17 december 1996.

De ovan diskuterade kritiska teknologierna var i första hand av en civil natur, även om man bland dessa kan urskilja s.k. dubbelanvändningsteknologier. Vi övergår nu till att diskutera militära, kritiska teknologier.

I september 1997 utnämndes Nikolaj Michajlov till förste vice försvarsminister. Han har 1998, 1999 och år 2000 skrivit några viktiga artiklar vilka kan betraktas som linjeartiklar rörande framtida inriktning av den militära FoU:n och försvarsindustrin.

I en artikel från 1998, "Ryssland kan bevara sin status som stormakt", beskriver Michajlov Rysslands teknologinivå inom ett antal områden.¹⁷⁵ En jämförelse görs med amerikansk och japansk teknologinivå beroende på vilket av länderna som inom aktuella teknologiska sektor bedöms ha högsta nivån. I tabell 8 visas teknikområdena och Michajlovs bedömning. Skalan är fyragradig och fyra innebär den högsta teknologiska nivån. Som jämförelse anges också i den högra kolumnen den nation som bedöms vara världsledande inom respektive område.

Tabell 8. Rysk bedömning av den ryska kunskapsnivån inom ett antal teknikområden.

Tekniskt område	Rysk teknisk nivå	Världsledande Nation
Laserteknologi	4	USA
Kärnvapentechnologi	4	USA
Framdrivningsaggregat (drivmotorer)	3	USA
Unik experiment- och testbas	3	USA
Teknologier för nya material	3	USA
Spetskemi och energitäta material	3	USA
Mikro- och nanoelektronik	2	USA
Optoelektronik	2	USA
Radioelektronik	2	USA
Datorteknologi	2	USA
Bioteknik	2	Japan
Energi- och energibesparingsteknik	2	Japan
Industriutrustning	2	USA
Informationsteknik	1	USA
Ekologisk säkerhet	1	Japan

Not: Betyg 1= avsevärd eftersläpning gentemot genomsnittliga världsnivån, betyg 2= allmän eftersläpning med enstaka framgångar inom vissa områden, betyg 3= avsevärda framgångar inom prioriterade områden och betyg 4= hög utvecklingsnivå, tillhör de världsledande.

1995 genomförde det ryska försvarsindustriministeriet (Minoboronprom) en bedömning av rysk teknologinivå. Denna bedömning, som är intressant att jämföra med tabell 8, återfinns i tabell 9. Jämförelsetalet 100 betecknar avancerad världsnivå.

¹⁷⁵ Nikolaj Michajlov, "Rossija mozjet sochranit..." [Rysslands kan bevara sin status som stormakt], *Nezavisimoje vojennoje obozrenije* 25 sept-1 okt 1998, s. 1 och 4.

Tabell 9. Bedömning av rysk teknologinivå 1995 av försvarsindustriministeriet.¹⁷⁶

Unika kärnvapentechnologier	100
Teknologier för nya material	90
Unika test- och experimentteknologier	80
Teknologier för specialkemikalier och energitäta material	80
Teknologier för framtida framdrivningsaggregat (motorer)	70
Teknologier för industriell utrustning	70
Optoelektronik och laserteknologi	65
Radioelektronik	65
Kemisk teknologi och katalys	65
Mikroelektronik	40
Bioteknologi	40
Energi- och energibesparingsteknologier	30
Teknologier för att säkerställa en hållbar och ekologiskt ren livsmiljö	30
Datorer och informationsteknologi	25

Michajlov beskriver inledningsvis hur krigets karaktär kommer att förändras. Hans tidshorisont i diskussionen är 2010-2020. Massarméernas tid med massödeläggelse är förbi; en tid då massiv militärindustriell kapacitet var avgörande för krigets utgång. Det framtida kriget kommer att ha en funktionell och utväljande karaktär, dvs. en aktör kan selektivt slå mot motståndarens livsviktiga funktioner i syfte att redan i konfliktens inledningsskede på ett irreversibelt sätt nedsätta statens och motståndarens väpnade styrkors funktionsduglighet.

I en internationell utblick konstaterar Michajlov att samtliga ledande militära och industriella makter, naturligtvis med beaktande av den egna nationens ekonomiska och tekniska möjligheter, följer den utveckling som leds av USA. Han nämner den amerikanska Joint Vision 2010 med dess ledord som Full Spectrum Dominance, Dominant Maneuver, Precision Engagement m.fl. termer och konstaterar att även Ryssland måste följa med i denna utveckling.

Michajlov skriver vidare att Rysslands militära säkerhet i det tjugoförsta århundradet i första hand beror på hur landet lyckas bevara sin position som kärnvapenstormakt och i andra hand av hur man lyckas ombeväpna de konventionella styrkorna. När det gäller kärnvapenstyrkorna och deras framtida utveckling har relativt stor enighet uppnåtts inom militära, politiska och industriella kretsar. Någon liknande nationell samsyn saknas däremot när det gäller den konventionella ombeväpning och dess krav på industriella förmågor. Somliga menar att Ryssland måste satsa på att uppnå paritet med de ledande makterna inom alla nyckelteknologiområden (som var fallet under Sovjettiden), medan andra förordar ett asymmetriskt förhållningssätt för att parera förväntad teknisk utveckling hos de sannolika, framtida motståndarna.

Michajlovs artikel har ett systemperspektiv (perspektivplanering). Artikeln talar om de viktiga dokument som bör ligga till grund för MIK:s och FoU:ns omstrukturering, bl.a. Beväpningsprogrammet (eller friare översatt Materielförsörjningsprogrammet¹⁷⁷). Programmet bör regleras i en federal lag på samma sätt som militärbudgeten och dess genomförande säkerställas på grundval av ett antal villkor/förutsättningar, bl.a. radikal förnyelse av systemen för tekniska standarder, satsningar på försvarsgrensgemensamma system och en utvidgning av det militärtekniska samarbetet med andra länder.

¹⁷⁶ *Ekspert*, nr 29, 14 augusti 2000, s.16 och samtal med prof. Julian Cooper i juni 2001.

¹⁷⁷ Ry. Programma Vooruzjenija (PV).

Michajlov förordar också utnyttjande av CALS (Computer-Aided Acquisition and Logistics Support) i perspektivplaneprocessen för att koppla samman tekniska-vetenskapliga institut med Försvarsministeriet och andra centrala planeringsorgan.

För att balansera statens och regioners intressen föreslår Michajlov att staten överlåter sina företagsaktier på de regionala myndigheterna (helt eller delvis och under vissa villkor). Detta avser de företag som har privatiserats och i vilka staten äger en andel. Michajlov anser att till skillnad från Väst kommer i Ryssland MİK att spela den ledande rollen inom ekonomin inom en överskådlig framtid.

Mot bakgrund av Rysslands tekniska eftersläpning (jfr tabell 8 och 9) i förhållande till de ledande militär- och industrinationerna trycker Michajlov på vikten av satsningar på asymmetriska "lösningar". Telekrigsmedel mot traditionella sambandsmedel kan mötas med lasersamband osv. Ryssland kommer inte att kunna följa med i alla teknikutvecklingsspår, utan måste välja några styrkeområden. Michajlov ger exempel på viktiga teknologiområden som skulle kunna ligga till grund för ett sådant asymmetriskt förhållningssätt (se tabell 10).

I en senare artikel "Teknisk - vetenskaplig potential och försvarssäkerhet" säger Michajlov att trots sammanfallande forskningsinriktningar i USA och Ryssland så växer klyftan mellan länderna till Rysslands nackdel.¹⁷⁸ Några viktiga undantag finns dock menar han: kärnfysik, pulssade energikällor, laserteknologi, robotteknologi, högprecisionslokalisering, elektroenergi och maskinkonstruktion och högenergimaterial. Vidare säger Michajlov att det inom ryska Vetenskapsakademin pågår forskning inom 100 prioriterade områden, varav Ryssland sägs befinna sig på en nivå högre än världsnivån inom 17 och har möjlighet att nå världsnivå inom ytterligare 22 områden inom 5-7 år.

Michajlov betonar att det behövs en aktiv statlig politik inom underrättelsesystem, informationsskydd, högprecisionsvapen, navigationssystem, opto- och radiolokaliseringsutrustning samt ny ammunition. Han menar att ofta överensstämmer inte den militärtekniska forskningen med det statliga rustningsprogrammet eller den statliga försvarsbeställningen. Det saknas en effektiv koordinering mellan vapenteknisk forskning och användning på experimentell laboriebasis vilket leder till ett svagt utnyttjande av den vetenskapliga potentialen.

¹⁷⁸ Nikolaj Michajlov, "Nautjno-technitjeskij potentsial i oboronnaja bezopasnost" [Teknisk-vetenskaplig potential och försvarssäkerhet], *Nezavisimoje vojennoje obozrenije*, 21-27 juli 2000, s. 1 och 4.

Tabell 10. Viktiga teknologiområden för att asymmetriskt kunna möta nya generations vapensystem.

Huvudtyper av militär (dubbel- användnings)teknologi	Nya medel för krigföring									
	Beslutstöds- system	System för simulering av strid och träningsan- läggningar med virtuell verklighet	Medel för informations- krigföring	Högpri- cisionsvapen	Kinetiska vapen	Robottekniska system	Ickedödliga vapen	Laservapen	Ultrahögfrek- venta vapen	Mikro- miniatur- vapen
Teknologier för skapande och användande av nya material				*	**	*	***	**	*	***
Teknologier för givare och känsliga element		**	***	***		***				**
Datorteknologier och automatiserad ledning/styrning	***	***	***	***		***				**
Teknologier för skapande och användande av optisk och optoe- lektronisk utrustning										
Teknologier för skapande och användande av radio- och radartek- niska samt hydroakustiska utrust- ningar	**		***	***		***			*	**
Teknologier för modellering och simulering, prognostisering, utbild- ning, beslutsstöd och beslutsfattan- de	***	***	***	*	*	*	*	*	*	*
Teknologier inom energiområdet						***				***
Teknologier för skapande av system för riktad energi (laser, HPM och dyliska "strålvapen")							***	***	***	
Teknologier för telekommuni- kationsutrustningar	**	***	***	**		***				***
Teknologier för skapande och användande av högenergetiska material, krut och bränslen				**						
Beteckningar: * = inverkar, ** = inverkar substantiellt, *** = av avgörande betydelse										

3.6 Synen på ryska vapensystem

Redovisningen av den svenska respektive ryska synen på ryska vapensystem syftar, på samma sätt som kritiska teknologier, inte till att i absoluta termer jämföra ryska och svenska vapensystem. Även om en sådana jämförelse är möjlig genom modellering och simulering så är det inte syftet med framställningen i detta avsnitt. Den syftar i stället till att på ett mer aggregerat sätt beskriva vilka vapensystem Sverige respektive Ryssland ser som viktiga för den framtida militärtekniska utvecklingen.

3.6.1 Den svenska synen¹⁷⁹

Sammanfattning

Sovjetunionen var generellt bra på att skapa tekniska system. Ett exempel är system för luftförsvar. Ryssland ärvde denna förmåga och har i viss mån lyckats förvalta den. En allmän bedömning av de sovjetiska/ryska vapensystemen visar att Sovjetunionen/Ryssland hade/har förmåga att ligga före väst inom ett antal systemområden eftersom man enligt 'skillnadsprincipen' satsat på områden där man valt att skapa särskillnad. Samtidigt finns också områden där Ryssland är svagare.

Ryssland lever idag till stor del på arvet från Sovjetunionen. Vid Sovjetunionens upplösning kom många nya systemlösningar till omvärldens kännedom. Med tiden avtog de dock även om en del nya system fortfarande tas fram.

På flygsidan har Ryssland traditionellt varit duktigt inom *aerodynamik*. Ryssland ligger definitivt före de ledande tillverkarna i väst inom *attackrobotar med överljudsfart*. De ryska flygstridskrafternas *allväderskapacitet* inkl. *mörkerkapacitet* för insatser med precisionsvapen är generellt låg. *Signaturanpassning* (smygteknik) för dolt uppträdande är ett underutvecklat teknikområde. Ryska UAV:er ligger långt efter de amerikanska inom de flesta tekniska parametrar (flygtid, totalt antal starter och landningar, sensorsystemens prestanda m.m.). Samtidigt ligger Ryssland i den tekniska utvecklingens frontlinje inom långräckviddiga luftvärnsrobot-system.

Inom marina system ligger Ryssland långt före väst inom utveckling av bl.a. *sjörobotar*. *Mål-angivning* är ett annat område där den ryska tekniken ligger långt framme. Målsökare och höghastighetstorpeder med hyperkavitering är två styrkeområden inom *torpedområdet*. Den ryska *mintekniken* är väl utvecklad. De flesta ryska fartyg har störsändare. De ryska telemot-medelssystemen bedöms också vara effektiva. Bland de ryska marina teknikens svagheter kan nämnas *signaturanpassning* (undantaget marin signaturanpassning) och *hangarfartyg* och på dessa baserade system och verksamhet.

Inom system för markstrid var Sovjetunionen bra på applikationer, dvs. system för specifika funktioner (t.ex. stridsfältsskannare). Bland styrkeområdena finns bl.a. *aktiva skyddssystem* för stridsfordon, vilka idag även väcker stort intresse i omvärlden. Andra styrkeområden är *raketartilleri* och *markrobotsystem*. Två svagheter hos raketartilleri- och markrobotsystemen var tidigare (eld)ledning och precision. *Slutfasstyrd ammunition* är ett annat styrkeområde.

¹⁷⁹ Detta avsnitt bygger på samtal med representanter för FMV AnalysUnd 1 juni 2001.

På marksidan kan man inom området *fordonsteknik* se en teknisk eftersläpning och en evolutionär snarare än revolutionär utveckling – stridsvagn T-90 ser ut nästan precis som T-72. Teknisk eftersläpning förmärks även inom området *mikroelektronik*. De ryska markstridskrafterna har från Sovjetarmén ärvt en svag förmåga till *strid i mörker*. Antalet förbandssatta bildförstärkare och IRV-sikten är mycket lågt.

När det gäller kärnvapensystem kan konstateras att Ryssland fortfarande tillverkar såväl kärnstridsspetsar som bärare. Generellt kan sägas att de ryska bärarna är gamla och i behov av ersättning, medan stridsspetsarnas livslängd och underhållsläge inte är gränssättande för kärnvapenstyrkornas funktionsduglighet. De landbaserade interkontinentala ballistiska robotarna kommer fortsatt att utgöra ryggraden i den ryska kärnvapentriaden. De nuvarande strategiska bombflygplanen livstidsförlängs och ges samtidigt möjlighet att lösa regionala stridsuppgifter genom ombeväpning med bl.a. konventionella kryssningsrobotar. Ryssland avser att behålla en marin komponent i triaden trots att den strategiska ubåtsflottan har drabbats av tekniska problem. Utvecklingen av nästa generations ubåt (Borejklassen) har stoppats sedan utvecklingen av den nya roboten SS-N-28 har avbrutits 1998. Till dess att en ersättningsrobot utvecklas står utvecklingen av Borejklassen liksom moderniseringen av Typhoonubåtarna stilla.

Under det kalla kriget var teknologijämförelser mellan väst och Sovjetunionen en viktig uppgift för underrättelsetjänsten. Dessa jämförelser var, för båda parter, behäftade med stora osäkerheter, dels pga karaktären på underrättelsematerialet och dels pga svårigheten att förutspå vilka undersökta teknologiriiktningar hos den andra sidan som skulle kunna alstra resultat. Med den stora budget som både Sovjetunionen och USA under kalla kriget avsatte till militär FoU så hade man stora möjligheter att söka efter tekniska lösningar inom ett stort antal teknologiriiktningar. Man hade möjlighet att undersöka multipla tekniska lösningar för ett och samma problem. Denna möjlighet finns definitivt inte i Ryssland idag pga finansieringssvårigheter. Men inte heller USA har samma finansiella möjlighet som tidigare att satsa stort inom alla teknologiområden. Den tekniska komplexitetsgraden och kostnaderna för moderna system stiger. Fortfarande finns dock *teknikområden* där Ryssland är starkt, exempelvis inom kärnfysik, laserteknik och flygteknik.

Sovjetunionen var generellt bra på att skapa *system*. Exempel finns inom områden som luftförsvar, sjörobotar, aerodynamik och laser. Ryssland ärvde denna förmåga och har i viss mån lyckats förvalta den. Generellt kan sägas att en lägre teknologisk nivå i kombination med skickliga systembyggare resulterade i att sovjetisk krigsmateriel var robust och fältmässig, hade prestanda i paritet med västs och ibland prestanda överstigande de västliga systemens trots att dessa som regel baserades på mer avancerade teknologier. En intressant fråga i detta sammanhang är huruvida den ryska filosofin går i arv från Sovjetunionen, dvs. om de ryska vapenteknikerna fortsätter att konstruera system som är tillräckligt bra, men inte nödvändigtvis teknologiskt världsledande.

Styrkan i att skapa system bidrog emellertid till att väst upplevde viss förvirring vid de teknologiska jämförelsestudierna. Sovjetunionen skapade sina egna tekniska lösningar som ofta såg helt annorlunda ut än västs. Generellt kan sägas att då man i väst satsade på elektroniska och digitala konstruktioner så riktade man i Sovjetunionen in sig på mekanik. Dessa olika angreppssätt gjorde att man i väst inte alltid visste vad man skulle leta efter vid en bedömning av ryska teknologinivåer. Fortfarande kan dessa skillnader i arbetssätt mellan Ryssland och

omvärlden komma att bidra till att man felbedömer Rysslands tekniska förmåga. Ett problem med en värdering av teknologier är det som för ett land bedöms vara kritiska teknologier inte nödvändigtvis måste vara det för ett annat. Sovjetunionen visade att det kan finnas många sätt att lösa ett problem. Av intresse är dessutom frågan om det finns ryska kritiska teknologier som inte omfattas av västerländska bedömningar.

Det som emellertid talar emot att 'övertäckningslösningar' kommer att fortsätta vara ett framtida ryskt trumfkort är att Ryssland i dag har mycket mindre möjligheter och resurser att söka breda teknologiska lösningar än man hade under sovjettiden. Dessutom innebär den nu uppluckrade policyn avseende importvaror att Ryssland alltmer förlitar sig på västliga komponenter och därmed frångår sin egen nisch. Genom att man, på grund av egna bristande resurser, blandar in elektroniska komponenter från väst i de ryska systemen försätter sig Ryssland således i en beroendesituation. Med västkomponenter i de ryska systemen kommer dessa också alltmer att likna västs egna och innehålla mindre av övertäckningsmoment.

En viktig finansieringskälla för rysk FoU är exportinkomster. Exportkundernas krav på höga prestanda kommer sannolikt att bidra till att marknaden i ökad utsträckning kommer att få se ryska system med utländska inslag (i synnerhet elektronik- och datorsystem). Ett exempel på detta är flygaffärerna med Malaysia och Indien där engelska respektive franska företag stod för avancerad (elektronikintensiv) avionik medan Ryssland levererade flygplanen. Men situationen är bekymmersam. Finansieringsbehovet överstiger exportintäkterna och ryska företag letar med ljus och lykta efter samarbetspartners för att samfinansiera nödvändig FoU. Samtidigt kommer sådana samarbeten att utsätta det tekniska innehållet i vapensystemen för målkonflikter avseende ryska krigsmaktens prestandakrav och val av tekniska standarder.

Initierade bedömares uppfattning är att Ryssland idag till stor del lever på arvet från Sovjetunionen. Vid Sovjetunionens upplösning kom många nya systemlösningar till omvärldens kännedom. Med tiden har en minskning av antalet nya ritbordsprojekt som ser allmänhetens ljus kunnat märkas, även om en del nya system fortfarande tas fram.

Efter Sovjetunionens fall och kalla krigets slut har man i väst kunnat konstatera att den rädsla man haft för ett militärt mycket starkt Sovjetunionen till viss del var ogrundad. På flera plan insåg man från amerikansk sida att den fiende som man i så många år fruktat inte alls var den teknologiskt likvärdiga motståndare man trott. 'The Missile Gap' och 'The Bomber Gap' under 1950- och 60-talen är några exempel på hur man från Sovjetunionens sida lyckades duperat väst vad gäller vissa styrkeförhållanden och teknologisk kapacitet. I Sovjetunionens tekniska satsningar ser man att det fanns en stor rädsla för att bli angripen. Man kombinerade satsningar på 'denialteknik' med satsningar på teknik för att kunna genomföra storskaliga anfallsoperationer syftande till ett snabbt avgörande. Principen kan sägas ha varit att anfall är bästa försvar. Samtidigt höll man en mycket stor militärindustriell produktionskapacitet i gång för att om nödvändigt kunna utkämpa ett världskrig.

En allmän bedömning av de sovjetiska/ryska vapensystemen visar att Sovjetunionen/Ryssland hade/har förmåga att ligga före väst inom ett antal systemområden eftersom man enligt 'skiltnadsprincipen' satsat på områden där man valt att skapa särkillnad. Samtidigt finns också områden där de är svagare. Nedan följer i översiktlig form en genomgång av styrkor och svagheter hos de viktigare sovjetiska/ryska systemen. Ett antal organisationsbestämmande system omnämns.

Inom den ryska flygindustrin finns idag en stor medvetenhet om vikten av att satsa på FoU för att kunna implementera kunnandet i produktion den dag man får en bättre finansiell situation. De ryska konstruktörerna ligger långt framme inom ett antal områden.

Trots ett bekymmersamt decennium finns större delen av den sovjetiska flygindustrin kvar. Detta gäller såväl konstruktionsbyråer som tillverkningsfabriker. Antalet civila och militära projekt är år 2001 slående stort. Dock synes man vara medveten om att det krävs samfinansiering om nästa generations stridsflygplan (Su-37 och MiG-1.44) skall kunna förverkligas. Bland annat har inviter riktats till Kina.

Traditionellt har sovjetiska/ryska konstruktörer varit duktiga inom *aerodynamik*. Konventionell aerodynamik för kryssningsrobotar och attackflygplan har idag hög prioritet. Initierade bedömare menar att *flygmotorer* prestandamässigt har varit och är det som flygkapaciteten lever på. En prototyp till scram-jet motor sågs t.ex. på flygmässan i Moskva år 2000.

Ett område där Ryssland definitivt ligger före de ledande tillverkarna i väst är *attackrobotar med överljudsfart*. Det totala antalet attackrobotsystem (såväl över- som underljudsfart) är stort. De ryska robotarna har hög hastighet, goda aerodynamiska prestanda och stora verkansdelar, men generellt har systemen lägre precision än västerländska motsvarigheter. När det gäller långräckviddiga *konventionella kryssningsrobotar* ligger Ryssland efter. Man har idag t.ex. inget system motsvarande det amerikanska Tomahawk, även om utveckling av bl.a. Ch-101 pågår för närvarande.¹⁸⁰ Dessutom modifieras äldre kärnstridsladdade kryssningsrobotar, Ch-55, vilka förses med konventionellt laddade stridsdelar.

Generellt är de ryska flygstridskrafternas *allväderskapacitet* inkl. *mörkerkapacitet* för insatser med precisionsvapen låg. *Signaturanpassning* för dolt uppträdande och för att kunna överraska motståndaren samt som skyddsmedel är ett underutvecklat ryskt teknikområde.

I takt med minskade försvarsanslag har medvetenheten om *livscykelkostnader* (Life Cycle Costs, LCC) för materielsystemen ökat. Detta var ingenting den sovjetiska krigsmakten behövde bekymra sig om med resultatet att LCC är ett svagt utvecklat område idag. Ett exempel är flygmotorer som har varit mycket bränslekrävande och behövt regelbunden service efter betydligt färre gångtimmar än motsvarande motorer i väst. Däremot har motorerna, som nämnts tidigare, goda prestanda och hög tillförlitlighet. Såväl exportkunders som den egna krigsmaktens krav har dock ökat trycket på konstruktörerna att utveckla kostnadseffektiva system.

Ett idag dagsaktuellt område är *UAV:er* (Unmanned Aerial Vehicles). Deras betydelse i den moderna krigföringen ökar. De ryska UAV:erna ligger långt efter de amerikanska i de flesta tekniska parametrar (flygtid, totalt antal starter och landningar, sensorsystemens prestanda m.m.).

Exporten är viktig för flygindustrin. På frågan om hur mycket exportindustrin tillåts styra resterande produktion bedöms att överlevnad är det primära. Man tillgodoser kunderna men med ryska preferenser i åtanke. En risk är då att man förlorar sin nisch genom att anpassa sig

¹⁸⁰ Kh-101 kommer att ha en 400 kg konventionell laddning med penetrator (någon form av RSV) mot hårda mål och 3 000 km räckvidd. Kh-101, liksom Kh-65SE och Kh-SD vilka också är under utveckling idag, kommer förmodligen även att ha ett satellitnavigeringssystem förutom terrängföljningsradar och TV-målsökare för slutfasen.

till kunden. När plånboken styr får mekaniken ge vika för elektroniken och de ryska systemen blir mer lika konkurrenternas (västs).

Försvaret av hemlandet var viktigt inom Sovjetunionen varför *luftvärnssystemen* intog en viktig plats i arsenalen. Sedan 1960-talet har luftvärnsrobotsystem med tillhörande sensorer, verkanssystem och ledningssystem varit ett prioriterat område. Ryssland ligger idag i den tekniska utvecklingens frontlinje när det gäller långräckviddiga luftvärnsrobotsystem. Dagens system har god förmåga både mot ballistiska (taktiska ballistiska robotar) och aerodynamiska mål (flygplan, helikoptrar och kryssningsrobotar). De ryska systemen medger centraliserat luftförsvar med god lägesbild. Integration i hela system är en styrka. Luftvärnsrobotsystemen har vidare mycket hög tillförlitlighet under fältmässiga betingelser.

De ryska luftvärnsrobotarna av idag karaktäriseras av god aerodynamik, hög fart, lång räckvidd och stora verkansdelar. Ett ryskt genombrott vad avser krutraketsbränsle ligger inom möjligheternas gräns inom en inte alltför avlägsen framtid. Detta skulle i så fall möjliggöra robotar med ännu högre impuls och längre räckvidd.

När det gäller marina system menar initierade bedömare att Ryssland ligger långt framme i den tekniska utvecklingen av bl.a. *sjörobotar*. Den första sjöroboten som sänkte ett fartyg, 1967, var rysk. Efter det började även andra länder att investera i denna teknik. I början av 1980-talet kom de första överljudssjörobotarna. De hade hög hastighet, Mach 2, och lång räckvidd (130 km) och fortfarande finns inget försvarssystem som klarar av att bekämpa dessa pga den höga hastigheten. Bedömningen är att Ryssland ligger 20 år före väst inom detta område. I väst har man istället satsat på utveckling av underljudsrobotar.

Ubåtsområdet har traditionellt varit prioriterat i Sovjetunionen/Ryssland. I synnerhet ubåtarnas hydrodynamiska egenskaper (inkl. akustisk signatur) torde vara oomtvistade. Emellertid har ubåtarna traditionellt haft problem med flytande robot-/torpedbränsle vilket orsakat flera av de stora ubåtsolyckor världen bevittnat såväl under som efter kalla kriget.¹⁸¹

Målangivning är ett annat område där den sovjetiska/ryska tekniken legat långt framme. De ryska systemen använder helikoptrar som spanar på hög höjd och länkar ner rådarbilderna till skjutande förband. Inget motsvarande system finns i väst. De ryska helikoptrarna är idag emellertid ålderstigna och håller på att rangeras ut.

På *torpedområdet* är målsökare och höghastighetstorpeder med hyperkavitering två styrkeområden. Det ryska systemet för kölvattensmålsökning (wake-homing) är ett mycket potent system. Det är svårt att simulera kölvattenssignatur och inga kända motmedelssystem finns mot denna typ av målsökare.

Den torped (Sjkval) som kan ha varit den som sänkte den ryska atomubåten Kursk i augusti 2000 är en hyperkaviterande torped. Det är inte känt hur styrningen eller målsökningen fungerar. Dylika torpeder torde endast kunna användas för rakskott. Räckvidden torde vara 5-10 km. De ryska vapentechnikerna har haft problem med precisionen. Eventuellt finns kärnstridsdel till denna torped varvid behovet av hög precision nedgår. Sjkval var operativ redan på 1980-talet. Inget land i väst använder hyperkaviterande teknik.

¹⁸¹ Förlisningen av en Yankeeubåt (SLBM) utanför USA:s östkust 1986 och Kurskkatastrofen (SSGN) år 2000 är två exempel på olyckor orsakade av flytande bränsle i robotar/torpeder.

Den sovjetiska/ryska *mintekniken* är väl utvecklad med olika typer av avancerade minor som till exempel kan läggas på stort djup och ha en målsökande torped kopplad till sig. En annan typ är stigminor, som när ett mål passerar lösgöres från en förankring och stiger mot ytan och målet. Och på *sensorsidan* används avancerad teknik för hydroakustiska sensorer och sonarer inklusive fasta sonarsystem.

En viktig del av den moderna sjökrigföringen är *telekrigföring*. De flesta sovjetiska/ryska fartyg har störsändare. De ryska telemotmedelssystemen bedöms också vara effektiva.

Bland de ryska marina teknikens svagheter kan nämnas *signaturanpassning* (smygteknik) och *hangarfartyg* och på dessa baserade system och verksamhet. Inte heller inom *MSI-området* (människa-system-interaktion) eller *ergonomi* ombord var den sovjetiska/ryska tekniken särskilt framstående.

En övergripande bedömning av den marina tekniken i ett funktionellt perspektiv ger vid handen att de sovjetiska/ryska marinstridskrafterna hade till uppgift att förneka motståndaren herravälde till sjöss (*sea denial*), snarare än att själva upprätthålla sjöherravälde. Denna slutsats är också konsistent med det faktum att Sovjetunionen/Ryssland är en kontinentalmakt som till sjöss inte kan mäta sig med de stora sjömakterna trots efterkrigstidens stora satsningar på Sovjetflottan.

När det gäller system för markstrid kan man sammanfattningsvis konstatera att Sovjetunionen var bra på applikationer, dvs. system för specifika funktioner (t.ex. stridsfältsskannare). Dessutom hade/har systemen en relativt hög grad av funktionsduglighet under fältmässiga förhållanden. Däremot fanns/finns relativt få högteknologiska system på marksidan.

Bland styrkeområdena finns bl.a. *aktiva skyddssystem*, vilka idag även rönar stort intresse i omvärlden. Ett exempel på ett sådant skyddssystem är Arena som har allväderskapacitet. Systemet är avsett för egenskydd av stridsfordon. Med hjälp av radar upptäcker systemet att en pansarbrytande robot närmar sig fordonet och en splitterskur skjuts ut för att avlänsa roboten. Systemet fungerar ej mot pilprojektiler. Detta är inget högteknologiskt system men det är operativt idag.

Andra styrkeområden är *raketartilleri* och *markrobotsystem*. Katjusja, det första ryska raketartillerisystemet, har blivit ett världsberömt varunamn. De sovjetiska/ryska vapentechnikerna utvecklar bra raketer, har en hög kompetens inom små kretsar och raketartillerisystemen är robusta. Räckvidder på upp till 100 km har erhållits med ett modifierat raketartillerisystem av typen Smertj. Antalet markrobotsystem är mycket stort, de sovjetiska/ryska stridskrafterna har nästan en robot för varje stridssituation. Man måste summera nästan hela världens system för att få det ryska spektrumet.

Två svagheter hos raketartilleri- och markrobotsystemen var tidigare (eld)ledning och precision. Generellt har detta kompensats med större verkansdelar. I dagsläget finns exempel på artilleriledningssystem med förbättrad precision. Ett exempel är MP-32M1 avsedd för raketartilleri av typ Smertj.

Slutfasstyrd ammunition är ett styrkeområde. Här finns bl.a. de laserstyrda artillerigranaterna Krasnopol och Kitolov.

Stridsfältradar för stridsteknisk och taktisk användning finns i Ryssland. Den bakomliggande tekniken är inte alltför avancerad, men framtagningen av sådana system visar på de sovjetiska/ryska vapentechnikernas goda förmåga att utveckla effektiva applikationer. Den svenska armén har t.ex. aldrig haft något stridsfältradersystem.

På marksidan finns också ett antal områden där den sovjetiska/ryska tekniken uppvisar såväl svagheter som styrkor. Inom området *fordonsteknik* skiljer sig den ryska konstruktionsfilosofin på en del punkter från den i väst vilket emellertid inte bör tas till intäkt för att lösningarna skulle vara sämre. Utvecklingen är att betrakta som evolutionär snarare än som revolutionär. Till exempel ser stridsvagn T-90 ut nästan precis som T-72. Samtidigt har denna utvecklingsfilosofi lett till robusta och fältmässiga system. Användandet av beprövad teknik har varit karaktäristiskt även om de sovjetiska/ryska teknikerna var först med bl.a. kompositpansar, aktivt skydd och 125 mm slätborrade vapen med långa pilprojektiler.

Inom området *pansarskydd* kan en teknisk eftersläpning noteras sedan ungefär 1990. Ryska stridsfordon har dock vad gäller pansarskydd under tiden från andra världskriget fram till Sovjetunionens upplösning varit överlägsna.

Mikroelektronik var inget sovjetiskt styrkeområde, i synnerhet inte stöttålig sådan. Den tekniska eftersläpningen på detta område har inte minskat under 1990-talet.

De ryska markstridskrafterna har från Sovjetarmén ärvt en svag förmåga till *strid i mörker*. Antalet förbandssatta bildförstärkare och IRV-sikten är mycket lågt. Detta har till viss del kompensats med hjälp av stridsfältssradar. Avsaknad av mörkerkapacitet gäller även flygande system så som attackflygplan och attackhelikoptrar. Först kring millennieskiftet har t.ex. tredje generationens bildförstärkare börjat tillföras förbanden. Sett i ljuset av amerikanska militära insatser under 1990-talet och i t.ex. Afghanistan 2001-2002 har denna svaghet diskuterats livligt inom den ryska krigsmakten. En generell förbättring av förbandens mörkerkapacitet torde ha hög prioritet.

När det, avslutningsvis, gäller massförstörelsevapen kan konstateras att Ryssland fortfarande tillverkar såväl kärnstridsspetsar som bärare. Generellt kan sägas att de ryska bärarna är gamla och i behov av ersättning, medan stridsspetsarnas livslängd och underhållsläge inte är gränsättande, åtminstone inte i ett medellångt perspektiv, för kärnvapenstyrkornas funktionsduglighet.

Både Ryssland och USA avser att behålla en handlingsfrihet att återuppta tillverkningen av kärnvapen för den händelse att världsläget dramatiskt förändras. Länderna har dock valt något olika strategier för vidmakthållandet av förmågan att utveckla och tillverka kärnvapen. USA har valt att något minska den fysiska infrastrukturen (anläggningar har stängts) och i stället satsa på det s.k. *Stockpile Stewardship*-programmet som omfattar simuleringar och delprov som tillsammans med data från tidigare fullskaleprov ska säkerställa denna förmåga. Ryssland, som till skillnad från USA har ratificerat CTBT och endast genomför s.k. underkritiska prov vilka är tillåtna enligt avtalet, har däremot bevarat en stor fysisk infrastruktur. Inga anläggningar har hittills stängts, men planer finns att från 2003 minska antalet tillverkningsfabriker och anläggningar för produktion av fissilt material.¹⁸² Mot bakgrund av andra konstruktionsprinciper för kärnvapnen har Ryssland, sannolikt ett mindre behov av simuleringar och delprover.¹⁸³

¹⁸² *Russian Strategic Nuclear Forces*, ed. Pavel Podvig, s. 77.

¹⁸³ Gunnar Arbman m.fl. *Rysk-amerikanska kärnvapenrelationer – Kontinuitet och förändring*, FOI-R--0113—SE, september 2001, s. 71

Eftersom *taktiska ballistiska robotar* nästan alltid har dubbelanvändningspotential, dvs. kan beväpnas med såväl konventionell stridsdel som NBC-stridsdel gäller samma bedömning som ovan gavs för konventionella markrobotar. När det gäller *interkontinentala ballistiska robotar* kan konstateras att de ryska systemen är robusta och avancerade samt att Ryssland ligger i en klass för sig tillsammans med USA. Ryssland behärskar t.ex. teknikerna för MIRVning (Multiple Independently Targeted Reentry Vehicles), dvs. flera stridsspetsar per robot, och skenmål. Generellt gäller samma omdöme för de interkontinentala ballistiska robotarna som för övriga ballistiska robotar nämligen att precisionen är något lägre än motsvarande ledande system i t.ex. USA och att detta har kompenserats med större verkansdelar.

Ryssland avser att behålla den strategiska kärnvapentriaden, med landkomponenten som den starkaste komponenten och den marina som den svagaste. Genom det nya avtalet med USA 2002 om reduktion av de strategiska kärnvapnen får Ryssland behålla SS-18, ryggraden i ICBM-styrkan till dess att SS-27 tillverkats i tillräcklig mängd.

De *strategiska bombflygplanen* (Tu-95MS och Tu-160) livstidsförlängs för närvarande och ett nytt strategiskt flygplanssystem synes ligga långt in i framtiden. Samtidigt minskar också det strategiska bombflygets roll i kärnvapentriaden och det planeras ombeväpnas med bl.a. konventionella kryssningsrobotar för regionala stridsuppgifter.

De *strategiska robotubåtarna* är det område där de tekniska problemen är störst. Utvecklingen av nästa generations ubåt av Borejklassen har stoppats sedan utvecklingen av den nya roboten SS-N-28 har avbrutits 1998. Även Typhoonklassens ubåtar planerades beväpnas med SS-N-28. SS-N-28 är en vidareutvecklingen av SS-N-20 som idag utgör beväpningen på Typhoonubåtarna. Till dess att en ersättningsrobot utvecklas står utvecklingen av Borejklassens ubåtar liksom moderniseringen av Typhoonubåtarna stilla. Såväl Borej klassens fartyg som Typhoonklassens måste alltså anpassas till det nya systemet vilket är mycket kostsamt. I Ryssland diskuteras den befintliga SS-N-23 eller en marin version av SS-27 Topol-M (ICBM) som sannolik ersättare för SS-N-28.¹⁸⁴

Under tider av konventionell militär svaghet kommer de ryska *taktiska kärnvapnen* att spela en viktig roll. Systemen kommer med största sannolikhet att underhållas. Bedömningen är att kontrollen över dessa är god och dessutom har kontrollen förstärkts ytterligare som ett resultat av bl.a. terroristhotet.¹⁸⁵

Den svagaste delen i kärnvapenförmågan är *förvarningssystemen* där varken satellit- eller radartäckningen är fullständig.

¹⁸⁴ Stefan Forss, "Rysslands kärnvapenstyrkor", FOI *Strategiskt forum*, nr 7, januari 2001, s. 18 och Jan Leijonhielm m.fl. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv—En förnyad bedömning 2000*, s. 103.

¹⁸⁵ *Moscow Times*, 9 oktober 2002. Enligt chefen för Försvarsministeriets 12:e direktorat som ansvarar för säkerheten kring kärnvapnen har terrorister förra året närmat sig nukleära anläggningar för att studera säkerheten kring dessa, men utan resultat.

3.6.2 Den ryska synen

Sammanfattning

Det finns i Ryssland en medvetenhet om att man under de närmaste åren inte kan upprätta symmetribetonad militärstrategisk och militärteknisk paritet med de ledande militärmakterna i väst. Speciellt inte inom området konventionella vapen. Mot den bakgrunden måste Ryssland söka de allra mest effektiva asymmetriska utvecklingsriktningarna för militär materiel i kombination med utveckling av nya teknologier (revolutionär utveckling). Samtidigt finns det sovjetiska materielarvet kvar varför även vidareutveckling av befintliga teknologier (evolutionär utveckling) blir av nöden tvunget.

Ryska bedömare menar att även om många av de ryska vapensystemen är 60- och 70-talskonstruktioner så har de fortfarande en stor moderniseringspotential vilket skulle kunna ge Ryssland ett andrum på 10-15 år. Under denna period måste man underhålla den befintliga materielparken samtidigt som man färdigutvecklar de projekt som idag finns på ritborden så att en materiell ombeväpning av krigsmakten kan påbörjas när denna period löper ut.

De system som framhålls som viktiga för framtiden är stridsflygplanen Su-30, Su-35, MiG-29 SMT och ett lätt stridsflygplan av femte generationen samt skolflygplanen Jak-130 och MiG-AT viktiga. Bland helikoptrarna framhålls Ka-50, Ka-52 och Ka-60. På flygsidan nämns också vikten av internationellt samarbete. När det gäller luftvärnssystem framhåller ryska bedömare de oöverträffade systemen: S-300 och S-400 av vilka det senare ännu bara är i projekteringsstadiet. Ryska truppluftvärnssystem och fartygsbaserade luftvärnssystem har goda prestanda vid en internationell jämförelse. Inom marina system intar nya robotbärande ubåtar av fjärde och femte generationerna tillsammans med tunga kryssare/hangarfartyg av typen Kuznetsov en världsledande plats såväl beträffande sjöegenskaper som vapensystemens prestanda, enligt ryska bedömare. Bland markstridssystemen nämns bl.a. stridsvagnarna T-80 och T-90, markrobotsystemen SS-21 Totjka-M och SS-26 Iskander, slutfasstyrd ammunition, system för samband och automatiserad ledning/styrning.

Ryska bedömare erkänner att Ryssland traditionellt ligger efter väst inom datorteknologi, sambandssystem och telekommunikationsutrustning, radioelektronik, optoelektronik samt mikroelektronik och nanoteknologi. Dessa områden ges betyget 1-2 på en 4-gradigskala.

Utan en aktiv statlig politik blir det sannolikt svårt att realisera viktiga utvecklingsprojekt. Bland dessa finns bl.a. system för spaning och sondering av havs- och markytan, informationssystem för ledning av trupp och styrning av vapen, flyg-, sjö- och landbaserade högprecisionsvapen, moderna navigationssystem med såväl regional som global räckvidd, opto- och radarlokalisering med tillhörande informationsbearbetning och principiellt ny ammunition med avsevärt högre energinnehåll och tillhörande bärare. Ryssland bör även prioritera vapen baserade på nya fysikaliska principer, cybervapen, UAV:er och signaturanpassade plattformar för spaning i alla väder och för dold insats av olika högprecisionsvapen samt.

På kärnvapenområdet bedöms serieproduktionen och fortsatt förbandssättning av den interkontinentala ballistiska roboten SS-27 Topol-M vara av högsta vikt för att säkerställa rysk strategisk avskräckning mot varje potentiell motståndare. SS-27 har unika och effektiva system för att övervinna varje tänkbart antirobotförsvarssystem, samt moderna informations- och elledningssystem.

Förste vice försvarsministern Nikolaj Michajlov listar i en artikel ”Teknisk-vetenskaplig potential och försvarssäkerhet” ryska materielsystem med speciell moderniseringspotential.¹⁸⁶ Michajlov menar att även om många av de ryska systemen är 60- och 70-talskonstruktioner så har många system fortfarande en stor moderniseringspotential; ett uttalande som även utländska bedömare instämmer i.

De system Michajlov nämner vid namn är i princip de som för närvarande serieproduceras eller börjar gå från ritbordet till prototypframtagning för experimenterad provning, dvs. system som det redan tagits beslut om och av vilka en del sannolikt redan ligger i de ryska materielanskaffningsplanerna.

Inom området *raket- och rymdteknik* spelar utvecklingen och serieproduktionen av den interkontinentala ballistiska roboten (ICBM) Topol M (SS-27) en viktig roll för att säkerställa att Ryssland behåller sin tätposition i världen. SS-27 har unika och effektiva system för att övervinna varje tänkbart antirobotförsvarssystem (ABM), samt moderna informations- och elledningssystem. Fortsatt förbandssättning av systemet säkerställer rysk strategisk avskräckning mot varje potentiell motståndare.

På *flygsidan* nämner Michajlov stridsflygplanen Su-30, Su-35, MiG-29 SMT och ett lätt stridsflygplan av femte generationen samt skolflygplanen Jak-130 och MiG-AT. Bland helikoptrarna framhåller han Ka-50, Ka-52 och Ka-60. Michajlov framhåller också att militär flygplansutveckling är ett område där internationellt samarbete gett goda resultat. Sannolikt har detta uttalande också bäring på finansieringen av nästa generations stridsflygplan. Jfr ovan avsnitt 2.4.

När det gäller *luftvärnssystem* framhåller Michajlov de oöverträffade systemen: S-300 (SA-10 och SA-12 med amerikansk beteckning) och S-400.¹⁸⁷ Det senare systemet är ännu bara i projekteringsstadiet. Vidare har ett antal sovjetiska/ryska system för truppluftvärn och fartygsbaserade luftförsvarssystem gott internationellt renommé: Pantsir, Tunguska, Kortik, Freгат, Strela, Sjtil.

Michajlov berör endast mycket kortfattat de *marina systemen*. Han konstaterar bara att nya robotbärande ubåtar av fjärde och femte generationerna¹⁸⁸ tillsammans med tunga kryssare/hangarfartyg av typen Kuznetsov intar en världsledande plats såväl beträffande sjöegenskaper som vapensystemens prestanda.

Bland *markstridssystemen* nämner Michajlov familjerna av stridsvagnar T-80 och T-90, markrobotsystemen SS-21 Totjka-M och SS-26 Iskander, den slutfasstyrda ammunitionen Krasnopol, Vena, och kommunikation och automatiserat kommandosystem. Han medger att den fulla listan av markstridssystem i verkligheten är mycket mer respektgivande och att den avspeglar system med vilka markstridskrafterna redan är utrustade eller kommer att utrustas inom de närmaste 5-10 åren.

För att nå *teknologiskt oberoende* måste man, tillägger Michajlov, skapa en bas av egna integrerade mikroprocessorer för superdatorer av typen Elbrus 3M, neuroprocessorer osv. Ett led i

¹⁸⁶ Nikolaj Michajlov, ”Nautjno-technitjeskij potentsial i oboronnaja bezopasnost”, s. 1 och 4.

¹⁸⁷ För en genomgång av systemen S-300 och S-400 hänvisas till John Rydqvist, *Robotförsvar som symbol och vapen – ABM, NMD och TMD i USA och Ryssland*, FOI-R—0072—SE, april 2001.

¹⁸⁸ Här avses sannolikt Borej-klassens strategiska robotubåtar (SSBN) samt Severodvinsk-klassens attackubåtar (SSGN).

att skapa oberoende är införandet av en modern generation standardiserade persondatorer (Baget). Det är viktigt att även dessa baseras på inhemsk teknik.

Han anger också att Ryssland traditionellt ligger efter väst inom datorteknologi, tele- och kommunikationsutrustning, opto-elektronik samt mikroelektronik.

Michajlov understryker att det blir svårt att realisera viktiga system som idag ligger i perspektivplanering utan en aktiv statlig politik. Med aktiv statlig politik avser han med största sannolikhet statlig finansiering. Bland dessa system finns bl.a. system för spaning och sondering av havs- och markytan, informationsförsörjning av truppleddningssystem och styrsystem för vapen, flyg-, sjö- och landbaserade högprecisionsvapen, moderna navigationssystem med såväl global räckvidd som för krigsskådeplats (ryska och engelska teater), system för opto- och radarlokalisering med tillhörande informationsbearbetningssystem och principiellt ny ammunition med avsevärt högre energinnehåll och bärare för dessa.

Trots det dystra läget i stort menar Michajlov att kvaliteten på dagens ryska materiel ger landet en period på 10-15 år under vilken man måste underhålla den befintliga materielparken och samtidigt färdigutveckla de projekt som idag finns på ritborden till en sådan nivå att en materiell ombeväpning av krigsmakten kan påbörjas när denna period löper ut.¹⁸⁹

I en artikel i Krasnaja Zvezda från 1999 talar den dåvarande försvarsministern Igor Sergejev om grunderna för rysk militärteknisk politik för 2000-talets början.¹⁹⁰ Han anger att de ryska huvudprioriteringarna för framtida stridsmedel läggs på vapen med riktad energi,¹⁹¹ cybervapen, förlöslösa och svårupptäckta vapenplattformar avsedda för spaning i alla väder och för dolt utnyttjande av olika högprecisionsvapen. Likt andra militärmakter vill man också öka styrkornas stridspotential ifråga om att upptäcka, identifiera, följa och förstöra ett större antal mål på stridsfältet.

De väpnade styrkorna, som skall säkra avskräckning av kärnvapenangrepp och konventionellt storskaligt eller regionalt krig, innehar huvudrollen när det gäller att trygga Rysslands militära säkerhet. Dessa styrkor, menar Sergejev, är emellertid klart underlägsna världens ledande stater vad gäller innehav av modern utrustning. Bland annat gäller detta medel och system för styrkornas informationsförsörjning vilket gör det svårt att utnyttja högprecisionsvapen. Förutom problem med tekniskt och funktionsmässigt åldrande utrustning framstår avsaknaden av möjlighet att modernisera materieltyperna för att svara upp mot moderna krav som ett stort hinder.

Artikeln betonar vikten av vapen baserade på nya fysikaliska principer. Stater som behärskar sådana teknologier strävar inte bara efter att utesluta att vapnen kommer i händerna på olika extremistregimer och organisationer, menar Sergejev, utan begränsar även andra länders tillgång till dem. Slutsatsen är att det därför endast finns en möjlighet för Ryssland att bli ägare till sådana nya vapen och det är genom att själv utveckla dem.

Sergejev anser att Ryssland under de närmaste åren inte kan upprätta symmetribetonad militärstrategisk och militärteknisk paritet med de ledande militärmakterna i väst, och speciellt inte inom konventionella vapen. Mot den bakgrunden måste Ryssland söka de allra mest ef-

¹⁸⁹ Nikolaj Michajlov, "Nautjno-technitjeskij potentsial i oboronnaja bezopasnost", s. 4.

¹⁹⁰ Igor Sergejev, "Osnovy vojenno-technitjeskoj politiki Rossii v natjale XXI veka" [Grunder för Rysslands militär-tekniska politik i början av det tjugoförsta århundradet], *Krasnaja Zvezda*, 9 december 1999, s.1-2.

¹⁹¹ Med *directed energy weapons* förstås t.ex. laser, HPM, NNEMP (ickenukleär EMP) och partikelstrålvapen.

fektiva asymmetriska utvecklingsriktningarna för militär materiel i kombination med evolutionära och revolutionära vägar.

Huvudmålen och de grundläggande uppgifterna för Rysslands militärtekniska politik i början av 2000-talet beskrivs vara: att utrusta Rysslands väpnade styrkor med prioriterade stridsmedel och upprätthålla stridsberedskap hos befintliga vapensystem (informationsanknutna stridsmedel, kärnvapen, icke-nukleära högprecisionsvapen); att trygga effektivt utnyttjande och tillväxt av den teknisk-vetenskapliga potentialen när det gäller genombrotsteknologier och dubbelanvändningsteknologier för att få snabbare utveckling av framtida vapen och materieltyper men även av civila genombrotsteknologier; att upprätthålla den teknisk-vetenskapliga kapaciteten och produktionskapaciteten hos kärnan i landets militärindustriella komplex; att koncentrera resurser på att öka den militära materielens informatisering, intellektualisering (intelligenta system), robotisering och rörlighet; att skapa asymmetriska stridsmedel som gör det möjligt att slå mot de mest sårbara punkterna i motståndarens huvudsystem och mot nyckelobjekt i hans infrastruktur.

Till de allmänna utvecklingsriktningarna för vapen och annan militär materiel hänförs: utveckling av integrerade system och medel för underrättelsetjänst, ledning och samband och annat understöd; utformning av system så att operativ samverkan mellan vapengrenarna tryggas; en integrerad informationsmiljö och utveckling av ett för hela den militära organisationen enhetligt system av standarder för lagring och överföring av data; skapande av små stridsmedel genom mikrominiatisering, särskilt inom områdena underrättelsetjänst, kontraspionage och stridsledning; minskad signatur för vapen, materieltyper och militära anläggningar inom alla våglängdsområden; höjd rörlighet och förbättrad transportmöjlighet för militär materiel; uppbyggnad av systemmoduler med inbyggd diagnostikmöjlighet och utbytbarhet för att underlätta teknisk service; automatisering av truppers ledningsprocesser.

De viktigaste utvecklingsriktningarna för den taktisk-operativa beväpningen av de konventionella styrkorna beskrivs vara: att fullfölja utveckling och i anspråkstagande av ett för markstridskrafterna gemensamt robotsystem av en ny generation försett med multipelstridsdel som kan fylla stridsuppgifterna autonomt såväl som i samverkan med den övriga robotorganisationen; att utarbeta integrerade vapenkomplex för de väpnade styrkorna som tillåter effektiv bekämpning av motståndarens rörliga och stationära objekt på operativt och taktiskt djup; att skapa högprecisionsvapen; att skapa en framtidsinriktad personlig utrustning för soldaten baserad på en ny generation strids- och hjälpsystem; att skapa en grundmodell för stridsvagnar av ny generation med beaktande av att dessa skall omfattas av det automatiserade ledningssystemet för stridsvagnsbataljon; att modernisera och förbättra existerande flygplanspark av attackflyg, armésamverkande flyg och militärt transportflyg med inriktning på att öka effektiviteten och möjliggöra stridsanvändning i mörker och under svåra meteorologiska förhållanden; att utveckla ett avancerat frontjakt(-attack) flygplan med utvidgade möjligheter att bekämpa markmål; att etappvis skapa ett enhetligt automatiserat radarsystem och grunder för ett gemensamt automatiserat ”underrättelse- och informationsfält”; samt att utveckla en enhetlig familj av luftvärnsrobotar och icke-strategiska antirobotrobotar.

Den viktigaste utvecklingsriktningen för de strategiska vapnen anges vara att utgående från styrkor från skilda vapenslag forma ett enhetligt system omfattande strategiska och taktiska kärnvapen.

För de marina konventionella styrkorna beskrivs följande huvudinriktningar gälla under de närmaste årtiondena: skapande av en ny generation atomubåtar av flerfunktionskaraktär (*multi*

purpose), större ammunitionsutrustning, mindre röjande signatur (framförallt buller) och ökat dykdjup; projektering och serietillverkning av övervattensfartyg av universalkaraktär utrustade med högprecisionsvapen och antiubåtsvapen, effektiva självförsvarsmedel och flyg med olika inriktning och med gemensamt automatiserat ledningssystem (inte bara av själva fartyget och fartygsgruppen); skapa nya flygfarkoster med fartygs- och kustbaserings; fortsätta utveckling av medel för ledning och samband, öka sambandets operabilitet, tillförlitlighet, slutenhet och motståndskraft, integrera vapnens sambands- och ledningsfraktion; på bredden utrusta styrkorna med modern navigeringsutrustning; ta fram rymdbaserade medel för att förse de väpnade styrkorna med topografisk och geodetisk information.

Sergejev ser försvagningen av Rysslands teknisk-vetenskapliga potential, det ökade teknologiska beroendet av utlandet, samt det faktum att de ledande militärmakterna ökar sitt teknologiska försprång, som stora hot mot Ryssland. Särskild betydelse i detta sammanhang tillskriver han den nya informationsteknikens roll i modern krigföring. Den har med Sergejevs ord möjliggjort "en kumulativ ackumulering" av stridskrafternas kapaciteter. Insatserna av olika artade styrkor och vapensystem med vitt skilda grupperingar och baseringar kan med informationsteknikens hjälp koncentreras till tid och rum i ett förödande slag för att uppnå bestämda krigsmål. Det informationsteknologiska försprånget har därmed gett USAs styrkor väsentlig militärteknisk överlägsenhet. Och under de närmaste åren, säger Sergejev, kan man vänta sig ännu större förändringar på grund av ökad integration av komponenter och tillkomst av nya "intelligenta teknologier".

Efter en nära tioårig paus i teknisk utveckling är således Ryssland, enligt Sergejev, klart distanserad de ledande makternas arméer särskilt på informationsteknologiområdet. Samtidigt är man varken ekonomiskt eller teknologiskt mogen att försöka ta upp kampen. Den väg som Sergejev i stället förordar präglas av ansatser som att utveckla genombrotsteknologier med inriktning på morgondagens vapensystem, att skapa en ny materielbas för en följande materiell förnyelse av stridskrafterna, att utveckla en ny elementbas, samt att söka asymmetriska lösningar med stridsmedel som kan slå mot fiendens svaga punkter.

3.7 Säkerhetskonceptets och Militärdoktrinen syn på teknologier och system

Sammanfattning

Det nationella säkerhetskonceptet, militärdoktrinen, planerna för reformering av de väpnade styrkorna samt det långsiktiga vapenprogrammet är av betydelse för ryska försvarsindustrins inklusive FoU:ns utveckling och inriktning. Eftersom militär FoU i förlängningen är tänkt att användas på det framtida stridsfältet i form av vapensystem, är det av vikt att relatera FoU:n till existerande doktriner och synen på det framtida krigets karaktär.

Enligt rysk syn kommer det framtida kriget att domineras av tre tendenser: ökad vikt vid icke-militära kampformer; konfrontation på informationsområdet samt implikationer av höjd prestanda hos vapensystem.

Rysslands nu gällande militärdoktrin stadfästes i april 2000. Enligt denna kommer några av de grundläggande dragen i ett modernt krig att vara: Inverkan på alla sfärer av mänsklig verksamhet; Karaktär av koalitionskrig; Brett utnyttjande av indirekta, icke-traditionella verksamhetsformer, Fjärrverkan med vapen och elektroniska stridsmedel; Aktiv konfrontation på informationsområdet, Desorientering av allmänna opinionen i enskilda stater; Strävan att desorganisera statliga och militära ledningssystem; Användning av högeffektiva vapensystem; Massiva flygoperationer; Användning av lufrörliga styrkor m.m.

Enligt Militärdoktrinen avser Ryssland i första hand att försöka förhindra att väpnade konflikter uppstår genom icke-militära åtgärder. Skulle väpnat våld ändå uppstå är Ryssland berett att agera militärt beslutsamt och vid behov använda hela sin arsenal av stridsmedel.

Ett av de allra viktigaste villkoren för framgång i framtida krig blir tagande och hållande av informationsövertag över motståndaren. Andra karaktäristika för det framtida kriget kommer enligt rysk syn att vara: ett inledningsskede karaktäriserat av överraskning inkluderande ett brett spektrum av döljande och vilseledande åtgärder; dominans av mark-luft/rymd-operationer; avståndskrigföring med eldkraft utanför motståndarens vedergällningsräckvidd; ett stridsfält inkluderande hela landets djup, infrastruktur och industri innebärande en ökad roll för civilförsvaret.

Av det nationella säkerhetskonceptet och det utrikespolitiska konceptet framgår att Ryssland strävar efter integration i den internationella ekonomin och inte är främmande för teknikimport eller tekniskt samarbete med andra länder. Som ett led i den nuvarande ryska industripolitiken framhävs vikten av utländska investeringar och teknologiöverföring.

Förutom att jämföra den ryska synen på kritiska teknologier och tekniskt kunnande med andra länders syn på rysk förmåga i detta avseende är det av vikt att sätta in FoU:n i sitt sammanhang, dvs. dels relatera den till vapensystem, dels relatera den till ryska doktriner och den ryska synen på framtida krigs karaktär. Det är ju på det framtida stridsfältet som FoU:n i förlängningen skall få sin slutgiltiga tillämpning. Därför sammanfattas i detta avsnitt säkerhets-

konceptets och militärdoktrinen syn på framtida krigs karaktär. I resonemangen vävs också viktigare debattinlägg in.¹⁹²

Enligt den ryska synen utgör det framtida kriget en del av ett allmänt internationellt konfliktmönster. I den ryska debatten anges tre dominerande tendenser i detta mönster. Den första tendensen är ökad vikt vid icke-militära kampformer (i synnerhet ekonomiska och informationsanknutna faktorer). Samtidigt framhålls dock i det nationella säkerhetskonceptet behovet av militär styrka för att värna den nationella säkerheten som oförändrat stort.

För det andra växer i omfattning och intensitet en mer eller mindre öppen konfrontation på informationsområdet vilket ses som ett växande hot mot staten och samhället. Informationskampen förs enligt den ryska synen ständigt, i fred såväl som i krig, och viss osäkerhet råder om Rysslands möjligheter att hävda sig i denna kamp.

Slutligen präglar den informationstekniska utvecklingen i allt högre grad utvecklingen av den militära materielen och militära organisationers verksamheter. Detta får bland annat uttryck i ökande räckvidder, precision och höjdtäckning hos vapensystemen, rymd/luftsfärens växande betydelse för underrättelsetjänsten, allt smartare vapen, och realtidsorganisering av den väpnade striden, vilket bland annat kräver automatisering av spanings-, besluts- och ledningsprocesser.

Rysslands nu gällande militärdoktrin stadfästes i april 2000. I militärdoktrinen avsnitt *II Militärstrategiska grunder* framgår den ryska synen på moderna krig; beskrivningen omfattar både samtida och framtida krigs karaktär.¹⁹³

I fråga om medel förutser den ryska militärdoktrinen att hela spektrumet av stridsmedel från konventionella vapen till massförstörelsevapen kan komma att användas. Till sin omfattning kan moderna krig vara lokala, regionala eller storskaliga.¹⁹⁴

Grundläggande allmänna drag i ett modernt krig är enligt den ryska militärdoktrinen bl.a.:

- Karaktär av koalitionskrig
- Brett utnyttjande av indirekta, kontaktfria och andra (även icke-traditionella) verksamhetsformer och metoder, fjärrverkan med vapen och elektroniska stridsmedel
- Aktiv konfrontation på informationsområdet, desorientering av allmänna opinionen i enskilda stater och i världssamfundet som helhet
- Strävan hos de krigförande sidorna efter att desorganisera de statliga och militära ledningssystemen
- Användning av de allra nyaste högeffektiva vapensystemen och militära materielen (inklusive sådana som bygger på nya fysikaliska principer)
- Manöveraktioner av trupper i isolerade riktningar med omfattande användning av luftrörliga styrkor, luftlandsättning och spetsnaz-trupp
- Anfall mot trupp, objekt och anläggningar inom underhållsområdet, näringslivet och kommunikationerna över de stridande parternas hela territorium

¹⁹² Detta avsnitt bygger till stor del på kapitel 8 ”Rysk syn på framtida krigs karaktär” i Jan Leijonhielm m.fl. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning*, FOA november 2000.

¹⁹³ Texten i detta avsnitt är till största delen tagen direkt från Per-Olov Nilssons översättning till svenska av militärdoktrinen, *Rysslands militärdoktrin i början av 2000-talet*, särtryck ur Kungl Krigsvetenskaps-akademiens Handlingar och Tidskrift, nr 3, 2000.

¹⁹⁴ Paragraferna 1-2 i militärdoktrinen avsnitt *Militärstrategiska grunder*.

- Genomförande av massiva flygoperationer
- Hög sannolikhet för att nya stater dras in, för eskalering av den väpnade kampen, för ökad omfattning och breddat spektrum av utnyttjade medel, inklusive massförintelsevapen

Enligt den ryska militärdoktrinen kan en väpnad konflikt uppstå i form av en väpnad incident, väpnad aktion och andra väpnade sammanstötningar av begränsad omfattning och kan bli följden av försök att med hjälp av vapen reglera nationella, etniska, religiösa och andra motsättningar. En särskild form av konflikt är gränskonflikten. En väpnad konflikt kan vara av internationell eller nationell karaktär. En väpnad konflikt kan eskalera till ett lokalt, regionalt eller storskaligt krig.¹⁹⁵ Om en konflikt skulle eskalera så långt som till storskaligt konflikt kommer en sådan sannolikt att föregås av en hotfull period. Ett storskaligt (regionalt) krig kan ha en inledande fas av intensiv väpnad strid i syfte att erövra strategiskt initiativ, upprätthålla stabil ledning av staten och den militära organisationen, uppnå överlägsenhet i informationsfären och erövra luftherravälde.¹⁹⁶

Sammanfattningsvis kan konstateras att Ryssland i första hand avser att försöka förhindra väpnade konflikter genom icke-militära åtgärder. Ryssland avser, enligt militärdoktrinen, att sträva efter ett effektivt system av politiska, rättsliga, organisatorisk-tekniska och andra internationella garantier för att väpnade konflikter och krig inte skall tillåtas uppstå. Skulle det dock komma till väpnat våld är Ryssland berett att agera militärt beslutsamt och vid behov använda hela sin arsenal av stridsmedel. När det gäller storskaligt (regionalt) krig framgår det av den nya militärdoktrinen att den ryska militärledningen fäster stort avseende vid manöverkrig, anfall av mål på djupet av de stridandes territorier och massanfall från luften.

Den 30 juni 1999 hölls en konferens med anledning av den ryska Krigsvetenskapsakademiens femårsjubileum.¹⁹⁷ Syftet var att genomföra en fördjupad och allsidig analys av de globala geopolitiska utvecklingstrenderna och dess implikationer för Rysslands militära säkerhet. Konferensen hade ett tiotal teman. Bland annat behandlades den geopolitiska situationens utveckling och Rysslands roll däri med hänsyn till den nya maktstrukturen i världen, kärnvapnens roll och principerna för dess användande, utvecklingstrender för högteknologiska vapen inkl. rymd-, informations- och teletekniska stridsmedel samt formerna och metoderna för genomförande av icke-militära specialoperationer. Därutöver drogs naturligt nog en hel del slutsatser av den just avslutade konflikten i Kosovo. Hela militärledning (försvarsministern, generalstabschefen, vice försvarsministern med ansvar för materielfrågor och samtliga försvarsgrenschefer) och representanter för andra kraftministerier samt Statsduman och regeringen deltog.

I försvarsminister Sergejevs inledningsanförande gjordes två viktiga påpekanden som är värda att omnämnas här.

- Det vetenskapliga förhållningssättet till operativa och strategiska samt militärtekniska problem har raserats. Nya idéer införs på ett ineffektivt sätt och det ogenomtänkta kopierandet av olika koncept måste förhindras.

¹⁹⁵ Paragraferna 4-9.

¹⁹⁶ Paragraferna 10-11.

¹⁹⁷ *Nezavisimoje Voennoje Obozrenije*, nr 27, 16-22 juli 1999, s 4-5.

- Det är viktigt att militärvetenskapen inte bara tar hänsyn till nya vapens inverkan på strategi, operationskonst och taktik, utan att den också på ett mer konkret sätt påverkar utvecklingen av vapensystem och krigsmateriel.

Det faktum att det tidigare så väl sammanhållna sovjetiska militära tänkandet upplöstes under 1990-talet har flera ryska debattörer vittnat om. Det faktum att den ryska militärreformen har fortskridit så långsamt beror inte enbart på den svaga finansieringen. En bidragande orsak har också varit svårigheten att föra ut reformens konceptuella bas och att få denna bas omfattad av breda lager inom officerskåren. Denna konceptuella bas innehåller ett embryo till nytt militärt tänkande. Sergejevs uttalande antyder också att den beundran som funnits inom den ryska militären för framför allt USA:s militärtekniska förmåga sedan Gulfkriget 1991 lett till att man alltför okritiskt försökt kopiera delar av det amerikanska synsättet. Sergejevs andra uttalande visar att den ryska militärledningen nu känner ett behov av att skapa en "traditionell", teoretisk överbyggnad för den militära organisationens uppbyggnad, reformering och principerna för dess utnyttjande.

Ett särskilt orosmoment är informationskrigföringssfären. Informationskrigföring framhålls som något som genomsyrar alla kampformer och samtidigt har en självständig karaktär. Ett av de allra viktigaste villkoren för framgång i framtida krig blir tagande och hållande av informationsövertag över motståndaren. Detta skall ske inte bara på stridsfältet utan också i en bredare kontext, dvs. informationsövertag över den politiska ledningen i motståndarstaten eller alliansen. Kampen på denna front bör utvecklas långt innan kriget startar, i fredstid, och den bör omfatta alla sfärer och nivåer av den väpnade kampen. I detta synsätt ingår även bestridande av motståndarens möjligheter att inhämta nödvändig information.¹⁹⁸

I framtida krig kommer

- inledningsskedet karaktäriseras av överraskning eftersom motståndaren före krigsutbrottet kommer att vidta en brett spektrum av döljande och vilseledande åtgärder i syfte att hålla motparten okunnig om operationsavsikterna
- mark-luft/rymd-operationer att dominera
- avståndskrigföring med eldkraft utanför motståndarens vedergällningsräckvidd att utnyttjas i stor omfattning
- hela landets djup med dess infrastruktur och industri kommer att ingå i stridsfältet, vilket kommer att öka civilt försvarets roll

Viktiga teknikområden som uppmärksammades är högprecisionsvapen, spaningsmedel, satellitsamband, vapen grundade på nya fysikaliska principer (särskilt laservapen och ickedödliga vapen) samt smygteknik.

De revolutionerande landvinningar som gjorts inom framför allt områdena högprecisionsvapen, spaning och samband, informationsvapen samt smygteknik och vapen byggda på nya fysikaliska principer kommer att förändra formerna och metoderna för genomförande av väpnad strid. Särskilt gäller detta området spaning-högprecisionbekämpning som ju berör den gamla välkända principen om vikten av kraftsamling. Militära chefer och staber kommer i realtid att ha tillgång till information som tillåter kraftsamling av eld var än motståndaren befinner sig. Informationsvapnet kan komma att bli den huvudsakliga metoden att maximalt förstora sitt övertag över motståndaren.

¹⁹⁸ *Nezavisimoje Vojennoje Obozrenije*, 2-8 juli 1999, s.1.

Avslutningsvis framhöll Generalstabsakademiens chef också att den part som förlitar sig enbart på försvar är dömd till nederlag. Detta är ett viktigt uttalande som antyder att den ryska krigsmakten, trots ett relativt svaghetstillstånd i ett medellångt perspektiv, i händelse av konflikt kommer att agera, snarare än reagera.

Bortsett från en del smärre misstag gör resultaten av Natoinsatserna i Kosovo, sedda ur ett militärtekniskt perspektiv, ett starkt intryck, konstaterades vid konferensen. Med minimala förluster lyckades Nato med stor effektivitet slå ut de planerade målen. Samtidigt var man i det närmaste osårbar i förhållande till motståndarens flyg och äldre luftvärnssystem. Nato hade ett stort övertag vad gäller spaningsresurser, samband, telekrig, navigation, målstyrning, automatisering och andra ledningsmedel, högprecisionsvapen samt informationskrigföring.

"Hur svårt det än kan vara måste vi erkänna att, som ett resultat av förfallet inom försvarsindustrin, skulle vårt land och den ryska armén i händelse av krig behöva slåss med vapen underlägsna motståndarens beträffande en rad parametrar. Det gäller särskilt samband, spaning, telekrig och högprecisionsvapen. Vissa militärteoretiker anser t.o.m. att asymmetrisk teknisk nivå mellan motståndare kommer att vara ett karaktäristiskt drag i framtida konflikter."¹⁹⁹

Men det framhölls samtidigt att det finns en utväg ur situationen. Dels behöver staten ägna särskild uppmärksamhet åt försvarsindustrin och genom en resolut kraftsamling skapa en "mikroelementbas" så som man gjorde på 1940-talet när missil- och kärnvapnen skapades. Dels måste man söka efter militärtekniska, strategiska och taktisk-operativa medel och metoder för att motverka andra krigsmakters nyaste teknologier och neutralisera deras fördelar.

Vid konferensen konstaterades att det gäller att inte kopiera och föra striden på ett sätt som motståndaren diktarar, utan att påtvinga honom en strid som försvårar hans utnyttjande av ett teknologiskt övertag. I fallen med Irak och Serbien konstateras att dessa egentligen aldrig tog strid på allvar med Nato. Om krig bryter ut bör Ryssland agera beslutsamt och aktivt och använda alla till buds stående medel. Man bör i möjligaste mån bestrida motståndaren möjligheter att bedriva krig på avstånd. Detta kan ske genom taktiska luftlandsättningar på fiendens djup, tagande eller bekämpning av flygbaser osv. Det gäller att påtvinga motståndaren närstrid, dvs. markstrid.

Av den publika debatten i Ryssland framgår det att ryska analytiker fäster sig vid nedanstående aspekter av Natos förmåga.²⁰⁰ Värt att notera är att de delvis sammanfaller med slutsatser som bl.a. amerikanska flygvapnets experter drar.²⁰¹

- Flygstridskrafternas höga mobilitet och möjligheter till snabb styrketillväxt möjliggjorde ett snabbt igångsättande av militära operationer med begränsade resurser följt av en snabb styrketillväxt.
- Utgrupperingen och styrketillväxten av flygstridskrafterna var noggrant planerad och genomförd med ett väl tilltaget underhåll.
- Ledning och samordning imponerade. Även det strategiska bombflyget från den amerikanska kontinenten kunde inlemmas organiskt på den taktisk-operativa nivån. Väl samordna-

¹⁹⁹ *Nezavisimoje Vojennoje Obozrenije*, nr 27, 16-22 juli 1999, s 5.

²⁰⁰ Se bl.a. *Krasnaja Zvezda*, 6 juli 1999.

²⁰¹ Se t.ex. Jan Foghelins reserapport FOA-D-99-00461-170-SE efter besök hos School of Advanced Airpower Studies (SAAS), Maxwell, Montgomery, USA.

de attacker från tre håll mot framför allt Belgrad, inkl. Tomahawk-komponenten från havsriktningen.

- Målmedvetenheten i målvalet och den efterföljande bekämpningen av dessa mål ledde till att Serbien ganska snart bl.a. började lida av bränslebrist.
- Användning av nya stridsmedel, t.ex. B-2 och principiellt nya telekrigsmedel för att störa datorer och radiostationer samt grafitbomber för att slå ut energiförsörjningen.
- Den stora mängden högprecisionsvapen som användes och dessa vapens höga precision uppmärksammades speciellt.

Men samtidigt noteras svårigheten för Nato, trots den stora mängden moderna vapen, att åsamka den jugoslaviska armén (markstridskrafterna) stora förluster i Kosovo.

När det gäller Jugoslaviens luftförsvarsförmåga konstateras att:

- Den jugoslaviska sidan kraftsamlade sina ansträngningar till att skydda de viktigaste, bakre objekten, styrkorna i Kosovo, maskeringen av luftvärnssystemen vilket medförde att man undgick bekämpning.
- Trots massiva telekrigsinsatser och beskjutning lyckades fast, maskerat luftvärn tillsammans med svårbekämpat rörligt luftvärn tvinga upp Natos flyg på höjder över 3 000 m.
- Luftvärnets bidrag till luftförsvaret var större än jaktflygets. Detta berodde till stor del på jaktflygets litenhet och delvis höga ålder.
- Luftvärnets och jaktflygets agerande kan ses som typiskt för en konflikt mellan två sidor där den ena är underlägsen den andra i styrka och medel.
- Misstag begicks. Exempelvis saknades ett nät av falska flygbaser, luftvärnsskenmål, reservstabsplatser och andra åtgärder för operativ "*maskirovka*".

Liknande lärdomar drogs vid Gulfkriget 1991 och kommer sannolikt att dras från erfarenheterna i Afghanistan 2001. Även om motståndarnas tekniska utvecklingsgrad i de olika konflikterna varierar kan en del gemensamma slutsatser dras.

Sammanfattningsvis kan konstateras att rysk militär FoU även framgent behöver täcka ett brett spektrum av teknologier för att kunna skapa vapensystem avsedda dels för lokala konflikter, dels för ett storskaligt krig. Vidmakthållande av en rysk kärnvapenförmåga förblir en huvuduppgift för det ryska militära FoU-systemet. När det gäller den konventionella delen av krigsmakten kan man förmoda att en ökad tonvikt kommer att läggas vid högprecisionsvapen, rymdbaserade spanings- och sambandsmedel, luftförsvarssystem inkl. antismygteknik samt ökad attack- och jaktförmåga. Med hänsyn till Rysslands ekonomi är det troligt att en koncentration görs till beväpning medan utvecklingen av plattformar får stå tillbaka. Fortsatt stor uppmärksamhet kommer med största sannolikhet att ägnas åt informationskrigföring och dess möjligheter.

Viktiga principer för rysk krigföring torde även fortsättningsvis komma att utgöras av strategisk och operativ rörlighet, högt stridstempo, stor eldkraft, förmåga till strid på djupet, vilseledning och överraskning, varför FoU ägnad att möjliggöra omsättandet av dessa principer i operationer blir viktig.

3.8 Programmet för nationell teknologisk bas

Sammanfattning

Programmet för nationell teknologisk bas, som ursprungligen omfattade perioden 1996-2005, syftar till att koncentrera resurser på att utveckla dubbelanvändningsteknologier inom prioriterade områden för försvarsrelaterade kritiska teknologier. Programmet, som inte finansieras över försvarsbudgeten, intar en mellanposition mellan civil och militär FoU. Programmet har lidit av finansieringsproblem och har flera gånger dödförklarats, men genom ett regeringsbeslut 2001 beslutades att det skall utvecklas för perioden 2002-2006.

De teknologiska (del)programmen omfattar teknologier för nya material, mikroelektronik, optoelektronik- och laserteknologi, radioelektronik, dator- och informationsteknologi, kärnteknologier, industriell utrustning, teknologier för framtida framdrivningsanordningar, kraft- och energihushållning, speciell kemi och energitäta material, bioteknologi, teknologier för experiment och provning, kemi och katalys, teknologier för att garantera en stabil och ekologiskt ren livsmiljö samt teknologier för utbildning av personal för de basteknologiska delprogrammen.

1994-1995 togs initiativ till att skapa programmet för "Den nationella teknologiska basen". Programmet skall inte ta sina medel från försvarsbudgeten men försvarsforskning och kritiska teknologier skall prioriteras vid tilldelning av medel. Säkerhetsaspekter har högsta prioritet eftersom kommersiella aktiviteter som kommer ut ur de framtagna teknologierna ses som bonustillskott. Fem prioriteter formuleras i programmet: nationell säkerhet, ekonomisk tillväxt, nationell hälsa, intern stabilitet och minskade sociala spänningar, samt ökad internationell auktoritet och inflytelse.

Huvudidén med programmet är att koncentrera resurser på att utveckla dubbelanvändningsteknologier inom prioriterade områden för försvarsrelaterade kritiska teknologier. Samtidigt vill man befria försvarsbudgeten från ansvaret att finansiera dubbelanvändningsteknologier och riskforskning. Programmet intar en intermediär position mellan civil och militär FoU.

Följande akter ligger till grund för programmet: ryska regeringens förordning från 1994 om åtgärder för att stabilisera den ekonomiska situationen för företag och organisationer inom försvarskomplexet²⁰² och ryska regeringens beslut från 1996 om ett federalt program för den nationella teknologiska basen.²⁰³ Avsikten var att vidareutveckla och bevara den nationella teknologiska basen i syfte att säkerställa utveckling och tillverkning av konkurrenskraftiga och forskningsintensiva produkter för att lösa prioriterade uppgifter för Rysslands sociala och ekonomiska utveckling samt för den nationella säkerheten. Med stöd av den militära sektorn skulle de mest aktuella högteknologierna utvecklas för bred civil tillämpning. Programmet fick status som federalt "Presidentprogram", dvs särskild vikt lades vid dess realiserande. Av för 1997 allokerade medel blev emellertid endast någon procent tillgänglig för utnyttjande.²⁰⁴

²⁰² 19 december 1994, Nr 1399. Samtal med Julian Cooper juni 2001.

²⁰³ 13 augusti 1996, Nr 986. Samtal med Julian Cooper juni 2001.

²⁰⁴ Stanislav Simanovsky menar i sin rapport *Science and technology in Russia* att detta närmast får betraktas som dödförklaring av programmet. Exemplen vittnar, menar han, om den katastrofala situationen vad gäller

Tidsramen för genomförande av programmet sattes till 1996-2005. De grundläggande teknologiska programmen rörde teknologier för

- nya material,
- mikroelektronik,
- optoelektronik- och laserteknologi,
- radioelektronik,
- dator- och informationsteknologi,
- unika kärnteknologier,
- industriell utrustning,
- teknologi för lovande framtida framdrivningsanordningar,
- kraft- och energihushållning,
- specialkemi och energitäta material,
- bioteknologi,
- unika teknologier för experiment och prov,
- kemi och katalys,
- teknologier för att garantera en stabil och ekologiskt ren livsmiljö,
- teknologier för utbildning av personal för de basteknologiska programmen.

Programmet led av konstant underfinansiering varför röster hördes om att programmet för nationell teknologisk bas skulle vara dött. Genom en regeringsförordning i november 2001 har emellertid programmet fått nytt liv.²⁰⁵ Programmet för ”Den nationella teknologiska basen” är ett av nio prioriterade s.k. målprogram som den ryska regeringen för närvarande avser genomföra.

För finansiering av programmet anges siffran 13 miljarder rubel för åren 2002-2006. Årligen skall ca 2,5 miljarder rubel satsas. Av dessa 13 miljarder utgör FoU 10,5 miljarder. Resten utgörs av nödvändiga kapitalinvesteringar samt en liten övrigpost. Finansiering förutsattes ske dels över statsbudgeten, dels av olika investerare (banker, fonder, inhemska och utländska intressenter och företag). Under de inledande etapperna av programmet skall det statliga stödet vara avgörande (ca 80 procent). Denna del skall sedan minska till 40–45 procent mot slutet av programmet.

Programmet förväntas generera ett antal konkreta resultat. Det skall bl.a. säkerställa den teknologiska basen för högteknologisk och forskningsintensiv produktion av världsklass inom högprioriterade tekniska systemområden (luft-, sjö-, och marktransporter, samband och kommunikationssystem, rymdteknik, verkstads- och medicinsk utrustning m.m.). Detta för att garantera teknologiska aspekter på landets säkerhet och skapa förutsättningar för lika rättigheter i internationellt samarbete vid skapande av komplicerade tekniska system. Man vill även skapa vetenskapliga och teknologiska grunder för en radikalt förändrad exportstruktur i riktning mot forskningsintensiva slutprodukter med en tre- till femfaldig ökning av deras andel av exporten. Därtill vill man garantera en stabil funktion hos de viktigaste industriföretagen med

finansiering av FoU. Simanovsky, S., ”Science and technology in Russia”, *Berichte des Bundesinstituts für ostwissenschaftliche und internationale Studien* nr 18, 1998.

²⁰⁵ Ryska Federationens regering, förordning nr 779, 8 november 2001, *Ob utverzjdenii federalnoj tselevoj programmy „Natsionalnaja technologitjeskaja baza“ na 2002-2006 gody* [Om fastställandet av det federala målprogrammet „Den nationella teknologiska basen“ för åren 2002-2006], Internet http://www.government.gov.ru/data/structdoc.html?he_id=100&do_id=191.

tusentals anställda. Programmets betydelse för att garantera landets nationella säkerhet framhålls, vilket även indikeras av att det dåvarande försvarsindustriministeriet var initiativtagare.

Arbetet med programmet är ålagt industri- vetenskaps- och teknologiministeriet (Minpromnauka) tillsammans med finansministeriet, atomministeriet, utbildningsministeriet, naturresursministeriet, den statliga byggnadskommittén Gosstroj, de fem branschagenturerna: rymdagenturen Rosaviakosmos, ammunitionsagenturen Rosbojepripasy, agenturen för konventionella vapen RAV, agenturen för kontrollsystem RASU och skeppsbyggnadsagenturen.

Minpromnauka är av regeringen fastställt som koordinator av programmet. Atomministeriet, utbildningsministeriet, naturresursministeriet, Gosstroj, Rosaviakosmos, Rosbojepripasy, Rosudostroenie, RAV och RASU är programmets statliga beställare.

Programansvariga myndigheter är: försvarsindustriministeriet, atomenergiministeriet, ryska rymdagenturen, industriministeriet, byggnadsministeriet, naturresursministeriet, utbildningsministeriet, den statliga vetenskaps- och teknologikommittén och den statliga miljöskyddskommittén.²⁰⁶

Programmet förutser konvertering av försvarsindustrin, modernisering av det agroindustriella komplexet, säkerställande av högeffektiva och mot världsnivån svarande vapensystem, global kommunikationsinfrastruktur samt transportsystem inom i första hand flyg, rymd och flotta.²⁰⁷ Speciell uppmärksamhet ägnas också teoretisk och praktisk utbildning av, samt kompetenshöjning hos, den nationella teknologiska kadern genom att bl.a. koordinera de olika branscherna. I augusti 1998 stadfäste ekonomiministeriet ”Förordningen om hur det federala programmet ”Den nationella teknologiska basen” skall ledas och realiseras. Samtidigt fastställde ekonomiministeriet också sammansättningen av ett koordinerande råd och chefstillsättningar för alla basteknologiprogrammens underavdelningar. I början av 1999 fastställdes även underprogrammets innehåll.

²⁰⁶ MİK:s hemsida *Teleinformatsionnaja set VPK* ”Natsionalnaja technologicheskaja baza (1996-2005 gody)“, <http://t.vpk.ru/cgi-bin/access/ts4/>, hämtat i september 2000.

²⁰⁷ <http://www.niivo.hetnet.ru/MAG/MAG1-00/MAG1-00.HTM>

O federalnoj tselevoj programme natsionalnaja technologitjeskaja baza, I.B. Fedorov, år 2000.

4 Utländskt stöd till rysk FoU

Sammanfattning

Redan under 1980-talet erhöll sovjetiska forskare internationellt stöd. Stödet rörde då endast civil FoU. Efter 1991 har internationellt stöd lämnats till både civil och militär FoU.

Syftet med utländsk bidragsgivande verksamhet kan generellt sammanfattas vara att: bidra till uppbyggnaden av ett civilt samhälle, främja demokratiska och västerländska idéer, stärka regional stabilitet, rädda Rysslands bästa forskning och forskare, bidra till icke-spridning av massförstörelsevapen, medverka till konvertering av militärindustriella förmågor till civilt bruk, förhindra vapenforskare att försvinna till problemstater samt främja marknadsekonomi.

USA står för det mest omfattande stödet till rysk forskning. Detta stöd har i stor utsträckning fokuserats till den hotreducerande dimensionen, medan t.ex. EU satsat mer på civil forskning.

Bedömningen på makronivå är att det internationella stödet till f.d. sovjetiska vapenforskare som varit sysselsatta med nukleära, biologiska eller kemiska stridsmedel, i kombination med inhemska ryska ansträngningar av olika organ, har varit relativt framgångsrikt. De farhågor om massflykt av NBC-kunniga forskare till problemstater, eller rent av till icke-statliga aktörer, som befarades i början av 1990-talet har inte besannats. Samtidigt kvarstår dock rykten om att enstaka forskare har ställt sina tjänster till förfogande till högstbetalande.

Värt att understryka är att f.d. sovjetiska vapenforskare generellt varit mycket ovilliga att lämna Ryssland. Den interna hjärnflykten har varit mycket större än den externa. Och bland de som trots allt lämnat Ryssland för längre eller kortare tid har nästan samtliga hamnat i USA eller andra västländer.

Tio års utländskt materiellt och moraliskt stöd har varit avgörande för den ryska forskningens överlevnad under 1990-talet. Trots de ryska forskarnas positiva inställning till det utländska stödet har emellertid nationalisterna och säkerhetsorgan med jämna mellanrum anklagat stödorganisationerna för att vara plattformar för underrättelseaktiviteter.

Åtminstone tre gånger under 1900-talet har Ryssland uppmuntrat utländska entreprenörer att föra in kapital och teknologi i landet p.g.a. oro för framtida utveckling och modernisering.²⁰⁸ Den första vågen ägde rum under Nikolaj II och den andra under 1930-talet. Den tredje vågen av ansträngningar att locka till sig utländskt kapital och investeringar i bl.a. teknologi sammanfaller med systemförändringarna under 1990-talets första hälft. Under Nikolaj II ombads utländska entreprenörer att föra in teknologi och kapital till Ryssland. Stöd till industrin och liberaliserande åtgärder verkade för en tid kunna etablera tillräckliga villkor för en snabb industrialisering. Mönstret upprepades under 1930-talet då resurser koncentrerades och substantiellt stöd gavs till industriell modernisering. Parallellt med detta pågick en extensiv import av teknologier, utrustning och mänskliga kunskaper från teknologiskt utvecklade länder.

²⁰⁸ Ksenia Gonchar, *Russia's Defence Industry at the Turn of the Century*, Bonn International Center for Conversion (BICC), Brief nr 17, november 2000

Sovjetiska forskare erhöll visst internationellt ekonomiskt stöd redan under 1980-talet. Västerländska forskare hade då insett att de sovjetiska forskarkollegerna, precis som hela landet, befann sig i kris. Detta stöd kanaliserades till största delen via Sovjetiska vetenskapsakademien. Bland de stödjande organisationerna fanns bl.a. The Royal Society i London, Kungliga Svenska Vetenskapsakademien, German Academic Exchange Service, amerikanska National Academy of Sciences och det av George Soros finansierade Central European University. Stödet lämnades på ad hoc-basis. Eftersom inget fungerande penningtransfereringssystem fanns för överföring av finansiella medel delade västerländska kolleger helt enkelt ut pengarna vid konferenser och andra sammankomster. Även annat stöd i form av vetenskapliga tidskrifter m.m. fick levereras på okonventionella sätt.

Stödet till sovjetiska forskare rörde endast civil FoU. Efter Ryska Federationens uppkomst 1991 har internationellt stöd lämnats till både civil och militär FoU. Omvärldens stöd till den civila ryska FoU:n har syftat till att få ta del av den ryska vetenskapens landvinningar samt att bevara den forskningsexcellens som funnits. Stödet till den ryska militära FoU:n har i första hand syftat till att förhindra spridning av massförstörelseteknologier; NBC-stridsmedel och bärarteknologi.

I februari 2002 publicerade Carnegie Endowment for International Peace rapporten *Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support*. Där beskrivs civil rysk FoU efter 10 år av organisatoriska och finansieringsmässiga förändringar. Detta kapitel baseras till del på denna rapport.²⁰⁹

4.1 Stödet efter 1991

Efter 1991 har en stor mängd organisationer engagerat sig i stödet till den ryska FoU:n. Såväl privata som statliga utländska organisationer har lämnat forskningsstöd. Enligt en rysk bedömning finansierades ca 50 procent av den ryska *grundforskningen* av utländska källor 1995.²¹⁰ Vidare har det utländska stödet under 1990-talet ökat markant och utgjorde 1999 nästan 17 procent av de *totala FoU-utgifterna* i Ryssland.²¹¹ Denna andel utländsk FoU-finansiering är vid en jämförelse med såväl välutvecklade västländer som tidigare östeuropeiska länder, mycket hög. Enligt bedömningar av kunniga personer utgör ”samriskprojekt” med utländskt deltagande mer än en tredjedel av all grundforskning i Ryssland idag.²¹²

Generellt har stöd som kanaliserats genom statliga organisationer avsett naturvetenskaplig forskning, medan privata organisationer stöttat samhällsvetenskap och humaniora.²¹³ Denna fördelning är inte unik för Ryssland.

I bilaga D återfinns en förteckning över en mängd av de organisationer som stödjer rysk FoU, deras inriktning och villkor.²¹⁴

²⁰⁹ Irina Dezhina och Loren Graham, *Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support*, Carnegie Endowment for International Peace, Working Papers nr 10 s. 17-18.

²¹⁰ Med största sannolikhet avser denna bedömning endast civil FoU. Irina Dezhina och Loren Graham, *Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support*, s. 18.

²¹¹ Ibid., s. 18.

²¹² Ibid., s. 19.

²¹³ Ibid., s. 19.

²¹⁴ Förteckningen är inte komplett. Fler organisationer återfinns t.ex. på den rysk webbplatsen *Kurir* <http://courier.com.ru/pril/sprav/0.htm>, där även en mängd ryska fonder som stödjer rysk forskning återfinns. *Kurir* är en webbtidskrift som ges ut av Ryska Vetenskapsakademien.

Trots att olika bidragsgivande organisationer haft olika syften kan de flesta sammanfattas i följande syften:

- bidra till uppbyggnaden av ett civilt samhälle, främja demokratiska och västerländska idéer och strömningar samt stärka regional stabilitet,
- rädda Rysslands bästa forskning och forskare inom dessa områden,
- bidra till icke-spridning av massförstörelsevapen, konvertering av militärindustriella förmågor till civilt bruk och förhindra att viktiga vapenforskare försvinner till problemstater och
- främja marknadsekonomi.²¹⁵

Storleken på stödet varierar. Exempelvis hade EU-programmet INTAS²¹⁶ år 2000 och 2001 en årlig budget på 30 miljoner euro. Bland de privata initiativen bör i synnerhet George Soros framhållas. Hans International Science Foundation (ISF) tillhandahöll 1995 ensam 13,6 procent av de totala ryska utgifterna för grundforskning. Under åren 1993-1996 tillhandahöll ISF 130 miljoner USD för naturvetenskaplig forskning inom hela f.d. Sovjetunionen.²¹⁷

Stödet har varit mångdimensionellt. Ekonomiskt stöd har lämnats för löner vid deltagande i gemensamma projekt, inköp av forskningsapparat, uppbyggnad av IT-system vid forskningsinstitutioner (Internet, intranät m.m.), tidskriftsprenumerationer, resebidrag för deltagande i internationella konferenser m.m. De stödjande organisationerna har dock varit dåligt koordinerade varför luckor i stödet uppstått ibland. Till exempel har tidvis stöd saknats för resor och inköp av laboratorieutrustning. Detta har varit olyckligt med tanke på att just brist på kontakter med internationella forskare och undermålig utrustning är två av de viktigaste faktorerna som orsakar hjärflykt och minskad nyrekrytering till forskningen.

De utländska organisationernas policy och prioriteringar avseende stödet till rysk FoU under den senaste tioårsperioden är svårt att karaktärisera. Några trender kan dock urskiljas. Mellan 1992 och 1994 hade stödet karaktären av nödhjälp till enskilda forskare eller forskningsgrupper; mellan 1995 och 1996 växande samarbete och modeller för gemensam finansiering samt uppbyggnad av infrastruktur (telekommunikationer, bibliotek m.m.) och under 1997 stöd för institutionell finansiering och institutionella reformer, stärkning av banden mellan grundforskning och tillämpad forskning samt mellan undervisning och forskning. Från 1998 ligger tyngdpunkten i stödet på implementering av institutionell reformering av det ryska FoU-systemet. I synnerhet de europeiska stödprogrammen koncentreras idag till unga forskare, kvinnliga forskare, forskning vid universiteten samt regional forskning. Just inom dessa områden uppvisar den ryska statistiken viktiga siffror.²¹⁸

Trots att i Ryssland finns en positiv inställning till det utländska stödet har nationalister och säkerhetsorganen med jämna mellanrum anklagat stödorganisationerna för att vara plattformar för underrättelseaktiviteter och stöld av immateriell egendom. Det ryska forskarsamhället har

²¹⁵ Irina Dezhina och Loren Graham, *Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support*, s. 19.

²¹⁶ International Association for the Promotion of Cooperation with Scientists from the Commonwealth of Independent States and the Former Soviet Union startades 1993.

²¹⁷ Irina Dezhina och Loren Graham, *Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support*, s. 17-18.

²¹⁸ Ibid., s. 19-20.

kritiserat dessa anklagelser. Den ryska Vetenskapsakademins nyligen utfärdade instruktioner att noggrannare övervaka kontakterna med utländska forskare har mött häftig kritik. Efter att bl.a. George Soros hotat att dra tillbaka allt stöd utfärdade Vetenskapsakademien nya och mindre långtgående instruktioner för umgänget med utländska forskare.²¹⁹

4.2 Stödet till ickespridning av massförstörelseteknologier

Det internationella stödet till f.d. sovjetiska vapenforskare som varit sysselsatta med nukleära, biologiska eller kemiska stridsmedel har, i kombination med inhemska ryska ansträngningar av olika organ, varit relativt framgångsrikt. De farhågor om massflykt av NBC-kunniga forskare till problemstater, eller rent av till icke-statliga aktörer, som befarades i början av 1990-talet har inte besannats. Detta är bedömningen på makronivå. Samtidigt kvarstår dock rykten om att enstaka forskare har ställt sina tjänster till förfogande till högstbetalande.

Relativt få genomgripande utvärderingar tycks ha gjorts av de internationella ickespridningsprogrammets mer exakta effekt, deras förtjänster och problem. Ett undantag är en rapport från *The Henry L Stimson Center* i USA 1999. Där behandlas spridningsproblemen från de f.d. sovjetiska kemiska och biologiska vapenkomplexen.²²⁰ Rapporten ger en bakgrund till instiftandet av icke-spridningsprogrammen samt utvärderar de resultat som hittills uppnåtts. Icke-spridningsprogrammen har kritiserats och en rad åtgärder för att komma till rätta med några av problemen föreslås. I FOA-rapporten *Rysk toxin- och bioregulatorkompetens* sammanfattas den amerikanska analysen.²²¹ Den sätts också in i ett B- och C-institutsperspektiv.

I början av 1990-talet var oron störst över riskerna med spridning från den ryska kärnvapensektorn. Världens kärnvapenexpertis var koncentrerad till ett fåtal länder och en spridning skulle få allvarliga konsekvenser. Först mot slutet av 1990-talet började även det inneboende spridningshotet från de biologiska och kemiska vapeninstituten att betonas. *Stimson*-rapporten från 1999 skriver att indikationer finns om att vapenforskare har läckt från det biologiska vapenkomplexet. 1994 skall bl.a. vetenskapsmän från ett institut för epidemiologi och mikrobiologi ha tecknat ettårskontrakt för arbete i Iran.²²² Som ett resultat av den ökande medvetenheten om riskerna med B- och C-spridning, inte minst i samband med internationell terrorism, har andelen finansiella medel som avdelats för icke-spridning av B- och C-stridsmedel ökat under senare tid.

USA står generellt för det mest omfattande stödet till rysk forskning. Detta stöd har dock fokuserats just till den hotreducerande dimensionen, medan t.ex. EU satsat mer på civil forskning. Sedan 1992 har den amerikanska kongressen årligen anslagit medel för att USA ska kunna bidra till rysk nedrustning och ökning av säkerheten för ryska kärnvapensystem. Detta stöd består av två delar: dels praktiska åtgärder så som skydd, övervakning och bokföring vid nukleära anläggningar, dels åtgärder för att sysselsätta f.d. kärnvapenforskare samt att koppla ihop rysk teknologi med amerikanska företag. Endast den senare delen kan betraktas som stöd till rysk FoU.

²¹⁹ Ibid., s. 20-21.

²²⁰ Amy E. Smithson, *Toxic Archipelago: Preventing proliferation from the former Soviet chemical and biological weapons complexes*. The Henry L. Stimson Center 32, 14, 1999.

²²¹ Jenny Clevström, Lena Norlander och Wilhelm Unge, *Rysk toxin- och bioregulatorkompetens*, s. 31-36.

²²² Ibid., s. 32. Institutet är *Gamalejainstitutet för epidemiologi och mikrobiologi*.

Det amerikanska icke-spridningsrelaterade stödet kanaliseras genom ett flertal program. Det viktigaste är *Enhanced Threat Reduction Initiative* (ETRI)²²³ som uppgår till ca 800 miljoner USD årligen. Stödet kanaliseras genom Department of Defense, Department of Energy och Department of State. En del av anslagen bekostar även åtgärder i Ukraina, Vitryssland och Kazakstan och en del nedrustning av ryska B- och C-vapen. Anslagen som kanaliseras via Department of Defense har tillsammans under 1990-talet uppgått till drygt 2 miljarder USD.²²⁴

Bland icke-spridningsprogrammen bör man också nämna *International Science and Technology Center* (ISTC) och *Science and Technology Center in Ukraine* (STCU).²²⁵ ISTC:s årsbudget 2000 uppgick till 86 miljoner USD. För att exemplifiera omfattning av ISTC:s verksamhet kan följande siffror anföras: totalt 313 projekt har finansierats, varav 238 i Ryssland,²²⁶ omfattande sammanlagt 21 275 personer. Dessa personer har ägnat 1,25 miljoner persontimmar under år 2000 till de av ISTC finansierade projekten.²²⁷ STCU:s verksamhet är betydligt mindre i omfattning och hade fram till 1998 betalat ut 27 miljoner USD i stöd.²²⁸ Årsbudgeten 2000 uppgick till knappt 10 miljoner USD och stöd lämnades till sammanlagt 193 projekt.²²⁹

På grund av det f.d. sovjetiska NBC-komplexets blotta storlek torde fortsatt stöd till dessa f.d. vapenforskare vara av stor vikt eftersom spridningsrisken får anses vara korrelerad mot antalet forskare och anläggningar. Samtidigt är det viktigt att understryka att f.d. sovjetiska vapenforskare generellt varit mycket ovilliga att lämna Ryssland. Den interna hjärnflykten har varit mycket större än den externa. Och av de som trots allt lämnat Ryssland för längre eller kortare tid har nästan samtliga hamnat i USA eller andra västländer där forskningen är av världsklass och där stora forskningsresurser finns.

När det gäller NBC-teknologispridning som internationellt säkerhetsproblem borde därför länder som Pakistan och dess kärnvapenprogram inge större anledning till oro. Där finns också belagda fall av kontakter mellan muslimska, pakistanska kärnvapenforskare med talibansympatier och talibanregimen i Afghanistan.

Samtidigt har den ryska säkerhetstjänstens övervakning av dessa viktiga informationsbärare sannolikt varit effektivare än vad som generellt framställts. Den ryska politiska och militära ledningen borde, mot bakgrund av de stora säkerhetsproblemen på sydflanken, vara mycket oroliga för att NBC-ämnen och relaterad teknologi skulle hamna i t.ex. muslimska aktörers händer.

Samtidigt som det internationella stödet till f.d. sovjetiska NBC-forskare syftat till icke-spridning har de fortsatta ryska anslagen syftat till att bibehålla en NBC-forskning i världens frontlinje. Bedömningen är att Ryssland också till största delen lyckats bevara sitt kunnande inom NBC-området.

²²³ Programmet kallades ursprungligen Nunn-Lugar-programmet och ändrade sedermera namn till Cooperative Threat Reduction Program (CTR) och fr.o.m. år 2000 benämnt Enhanced Threat Reduction Initiative (ETRI).

²²⁴ Gunnar Arbman m.fl. *Rysk-amerikanska kärnvapenrelationer – Kontinuitet och förändring*, s. 49-51.

²²⁵ ISTC finansieras av EU, Japan, Norge, Sydkorea och USA. STCU finansieras av EU (fr.o.m. 1998), Kanada, Sverige, Ukraina och USA.

²²⁶ Resterande projekt genomförs i Armenien, Georgien, Kazakstan, Kirgizistan och Vitryssland.

²²⁷ Internet <http://www.istc.ru/istc/website.nsf/html/00/en/summary.htm>, hämtat 25 mars 2002.

²²⁸ Jenny Clevström, Lena Norlander och Wilhelm Unge, *Rysk toxin- och bioregulatorkompetens*, s. 31-36.

²²⁹ Internet <http://www.stcu.kiev.ua/>, Annual report 2000, s. 39-54, hämtat 25 mars 2002.

4.3 Det internationella stödets effekt på rysk FoU

Vilken effekt har då tio års internationellt materiellt och moraliskt stöd haft på den ryska forskningen och utvecklingen? Enligt den ovan nämnda rapporten från Carnegie Endowment kan följande effekter ses:

- Nya mekanismer för finansiering av FoU har introducerats baserade på öppen konkurrens om forskningsanslag och urval med hjälp av s.k. peer review.
- Ryska forskare har fått ny kunskap om hur forskningsansökningar skrivs och hur medelsanvändning och resultat redovisas.
- Projektledningsförmågan har förbättrats. Detta omfattar såväl arbetsfördelning som realistisk planering av forskningen, budgetar och overheadkostnader.
- Den ryska forskningens materiella situation och forskarnas levnadsstandard har förbättrats och hjärnflykten har bromsats. Som ett resultat har forskningsexcellensen inom flera områden kunnat räddas och spridning av massförstörelseteknologier förhindras.
- Faciliteter för telekommunikationer och tillgången till utländska tidskrifter både i pappersform och elektroniskt via Internet har förbättrats.
- Banden mellan forskning och undervisning har stärkts. Vidare har kvinnliga forskares prestationer fått ökad uppmärksamhet, liksom unga forskare och studenter samt regional forskning.
- Ökad uppmärksamhet ägnas åt FoU som ett område av ekonomisk betydelse, liksom kommersialiseringsprocessens roll samt immaterialrättsliga frågor.²³⁰

Sammanfattningsvis menar Carnegierapporten att det utländska stödet har varit avgörande för den ryska forskningens överlevnad under 1990-talet.

²³⁰ Irina Dezhina och Loren Graham, *Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support*, s. 21-22.

5 Jämförande analys av den svenska, ryska och amerikanska synen på forskning, kritiska teknologier och vapensystem

Avsikten med detta avsnitt är att närmare granska den bild som framträder om svensk, rysk och amerikansk syn på rysk forskning, kritiska teknologier och vapensystem jämförs.

Som påpekades i inledningen har det inte varit möjligt att hitta svenskt, ryskt och amerikanskt material av samma omfång, innehåll och detaljeringsgrad för att kunna göra en stringent och detaljerad jämförelse.

Icke desto mindre är det vår uppfattning att man på ett mer övergripande sätt ehuru med viss osäkerhet kan bedöma/inventera ryskt teknologiskt och tekniskt kunnande genom jämförelser av det material som presenterats i denna rapport. Eftersom det amerikanska materialet är det mest detaljerade och där kvantitativa bedömningar görs får det tjäna som ”ledstång” i diskussionen nedan.

Det är viktigt att understryka att det amerikanska dokumentet (*Military Critical Technologies List*, MCTL) i sin bedömning av *kritiska teknologier under utveckling* endast bedömer FoU-ansträngningarnas omfattning. När det gäller *vapensystemteknologier* (dvs. befintliga teknologier och tekniska system) bedömer MCTL vilken teknologikapacitet ett land besitter. Beträffande *teknologier för massförstörelsevapen* avser MCTL:s bedömning huruvida landet i fråga har teknologisk kapacitet att producera massförstörelsevapen av en viss typ och förmåga att leverera dem. De amerikanska bedömningarna är alltså inte en bedömning av förväntad framgång. När det gäller bedömningen av vapensystemteknologier relateras den dock till den prestandanivå som garanterar amerikanska systems överlägsenhet. Se vidare avsnitt 3.5.

I det följande görs en jämförelse av såväl de siffrersatta som kvalitativa bedömningarna som redovisades i avsnitten 3.4-3.7. Först behandlas massförstörelsevapen och därefter konventionella vapensystem och teknologier. En siffra inom parentes efter bedömningar avser det amerikanska betygssystemet som redovisats i avsnitt 3.5. Sifferbetyget 1 nedan motsvarar begränsad(e) FoU-ansträngningar/ teknologikapacitet. Betyget 2 motsvarar måttliga, betyget 3 betydande och betyg 4 avser heltäckande FoU-ansträngningar/teknologikapacitet. För ett antal områden anges ett medelvärde av bedömningen av de ingående delområdena. Detta medelvärde är vårt eget och tar alltså inte hänsyn till att delområdena kan ha olika vikt i en sammanvägd bedömning. Samtidigt ger detta medelvärde en övergripande bild av rysk teknologisk förmåga inom respektive område.

När det gäller **kärnvapen och bärare** för dessa sammanfaller de svenska, ryska och amerikanska bedömningarna. De ryska kärnvapensystemen tillhör de världsledande och Ryssland besitter en teknologikapacitet som överstiger tillräcklig nivå (4). De enda två delområden där MCTL redovisar ett betyg lägre än det högsta är säkerhetssystem relaterade till säkring, laddning, antändning och avfyrning samt förvar, transport och kontroll av kärnvapnen (3). På bärarsidan har Ryssland mer än tillräckligt tekniskt kunnande (4) avseende taktiska och interkontinentala ballistiska robotar, kryssningsrobotar, stridsflygplan och artilleri. De befintliga bärarna åldras snabbt och många har redan passerat sin projekterade livslängd. Endast på marinsidan noteras större tekniska problem, framför allt med en ny sjöburen ballistisk robot.

De ryska bedömningarna omfattar av naturliga skäl inte **biologiska och kemiska vapen** eftersom Ryssland har ratificerat både B- och C-vapenkonventionen. MCTL ger Ryssland högsta betyg avseende vapensystemteknologier för biologiska och kemiska vapen, skydd mot B- och C-vapen samt detektion, varning och identifiering. MCTL anger vidare att omfångsrika FoU-satsningar görs avseende kritiska kemiska teknologier. De ryska FoU-ansträngningarna när det gäller biologiska och biomedicinska teknologier under utveckling anses bara vara betydande, dvs. betyg 3. De övergripande ryska bedömningarna (sannolikt med civil slagsida) pekar på att bioteknik är ett relativt svaghetsområde som ges betyget 2 eller motsvarande, medan en betydande teknologikapacitet finns inom området kemiska teknologier (3). Biologiska och kemiska teknologier är också utpräglade dubbelanvändningsteknologier.

Den svenska synen är att Ryssland har kapacitet inom B- och C-teknologiområdet som överstiger tillräcklig nivå när det gäller produktion av biologiskt respektive kemiskt material samt biologiska och kemiska försvarssystem. På B-sidan har Ryssland även mer än tillräcklig teknisk förmåga avseende stabilisering, utspridning och test av B- och C-vapen. Däremot bedöms det finnas få tekniska möjligheter till testning av C-vapen eftersom detta skulle kunna upptäckas vid satellitspaning. Ryssland bedöms motsvara högsta betyg avseende detektering, varning och identifiering av C-stridsmedel, medan det är mer tveksamt om Ryssland kan hänga med i den forskning och utveckling som gäller detektering, varning och identifiering av B-agens eftersom den är så driven av modern genteknologi, elektronik och datologi.

Bland övriga ryska styrkeområden finns teknologier för **navigering, lägesbestämning och tidmätning**. Enligt MCTL är de ryska FoU-ansträngningarna omfångsrika (4) inom detta område och bedömningen är att Ryssland har en betydande kritisk teknologikapacitet (3,33). Det som något drar ned förmågan till rysk högprecisionsbekämpning är snarare de till ovanstående delsystem kopplade styrsystemen för aerodyner (flygplan, helikoptrar UAV:er m.fl. dynamiskt flygande farkoster) och stridsspetsar. Varken den svenska eller ryska synen omfattar någon explicit bedömning av den ryska förmågan inom områdena navigering m.fl. Däremot framhåller ryska bedömare den stora vikten av att behärska dessa områden just för den framtida betydelsen av integrerade underrättelse- och bekämpningssystem med hög precision. Betoning av detta område skulle kunna tolkas som en rysk osäkerhet huruvida landet besitter/kommer att besitta tillräcklig teknologikapacitet på detta område. Även svenska bedömare framhåller att något lägre precision hos t.ex. robotsystem traditionellt har kompensats av större verkansdelar.

Ett annat styrkeområde är enligt MCTL **signaturanpassning**. Enligt den amerikanska bedömningen besitter Ryssland en betydande till heltäckande kritisk teknologikapacitet (3-4) inkl. teknik för att upptäcka signaturanpassade system. Detta gäller radar- och lasersignaturanpassning, akustik, infraröd, optisk, magnetisk och multispektral signaturanpassning samt material och strukturer, konstruktionsteknologi och mjukvara. Däremot säger MCTL inget om hur omfattande FoU-satsningarna är inom detta område. Delområdet marin signaturanpassning bedömer MCTL som ett styrkeområde (4) såväl avseende ytfartyg som ubåtar där Ryssland besitter heltäckande teknologikapacitet. Reducerad akustisk, infraröd, visuell och magnetisk signatur samt radarsignatur utgör nyckelfaktorer för att säkerställa systemens överlägsenhet.

Svenska bedömare menar att signaturanpassning är ett underutvecklat teknikområde, i alla fall när det gäller omsättning av teknologin i system. I princip alla typer av befintliga ryska plattformar (ytfartyg, stridsfordon, flygplan och robotar) är relativt dåligt signaturanpassade. Ett undantag i den svenska bedömningen utgörs av signaturanpassning av undervattensfarkoster

som utgör ett tekniskt styrkeområde, vilket bekräftar den amerikanska synen. Ryska bedömare framhåller den stora vikten av att behärska signaturanpassning för dold spaning och insats av vapen med hög precision. Betoning av detta område skulle kunna tolkas som en rysk osäkerhet huruvida landet besitter/kommer att besitta tillräcklig teknologikapacitet på detta område. Skillnaden mellan den amerikanska synen å ena sidan och den svenska och ryska å andra sidan antyder att det finns en skillnad mellan teknologiskt kunnande och förmågan att applicera detta i system.

Området **kraftsystemteknologier** omfattar i MCTL konventionella högeffektiva, komprimerade kraftsystem, elektrisk strömförsörjning av mobila plattformar samt system för pulsad och hög effekt. Dessa delområden ges i den amerikanska bedömningen betyget 3 till 4, dvs. betydande till heltäckande kritisk teknologikapacitet. Samtidigt noterar MCTL de betydande ryska FoU-ansträngningarna inom området energisystem med delområdena energiomvandling och alstring av energi, lagring av energi samt reglering av energiuttag. Den ryska bedömningen omfattar inte detta område med samma skärning som den amerikanska. I ryska bedömningar ges teknologier för framdrivningssystem betyget 3 eller motsvarande. Pulsade energikällor framhålls också som ett ryskt styrkeområde av ryska bedömare.

Ett område som traditionellt är omgärdat av sekretess är **telekrigföring** (i MCTL kallat informationskrigföring). Ryssland besitter betydande kritisk teknologikapacitet (3,25) avseende elektronisk attack, elektroniskt skydd, optiska motåtgärder och optiska mot-motåtgärder, enligt MCTL. De öppna ryska bedömningarna kommenterar inte detta område, medan den svenska synen är att de ryska telekrigssystemen traditionellt varit effektiva.

Att **laserteknologi** är ett ryskt styrkeområde framgår av MCTL som ger det ryska kunnandet högsta betyg (4). Det ryska laserforskarna och –teknikerna behärskar bl.a. lasrars inställningsbarhet, strålkollimering och våglängdsdiversitet. Detta är kritiska faktorer för utveckling av bl.a. system för målanvisning, avståndsmätning, styrning av vapen, optiska motmedel och mot-motmedel. När det gäller högenergetiska kemiska lasrar med betydelse för bl.a. luftförsvarssystem (måldestruktion och måldegradering) och system för att följa föremål i rymden anser USA att Ryssland inte besitter heltäckande teknologikapacitet (3). Bland de kritiska faktorerna/teknologierna pekar MCTL på bl.a. effekt- och energinivå, strålgenerering och styrsystem, utpekning och målföljning med hög precision, snabb målväxlingsförmåga och adaptiv högeffektoptik.

Noterbart i den amerikanska bedömningen är också att de ryska FoU-ansträngningarna inom området laser och optiska system är begränsade (1,2). Förvisso anges att satsningarna på laser är betydande men bedömningen dras framför allt ned av de begränsade till måttliga ansträngningar inom de relaterade delområdena optik, optiska material och processer och optoelektronik (1-2). MCTL:s bedömning delas i stor utsträckning av ryska bedömare.

Sensorteknologi är ett område där MCTL bedömer att Ryssland har en måttlig till betydande teknologikapacitet (2-3). Enligt den amerikanska bedömningen är Ryssland svagare när det gäller akustiska sensorer avseende flygande och markburna plattformar samt passiva marina sonarer (2), medan aktiv sonarteknologi, elektrooptiska sensorer samt radarsensorer ges betyget 3. När det gäller kritiska sensorteknologier under utveckling bedömer MCTL de ryska FoU-ansträngningarna som begränsade till måttliga (1,5).

Sensorområdet är mycket viktigt eftersom alla typer av plattformar och vapensystem är beroende av sensorer. Sålunda har t.ex. gravitometrar betydelse för satelliter, strategiskt bombflyg,

interkontinentala ballistiska robotar och ubåtar. Radarsystem finns ombord på flygplan, fartyg, markfordon och robotar och magnetometrar har betydelse för t.ex. ubåtsjakt och detektion samt rövning av minor. Ett område där viss skillnad mellan teknologikapacitet och befintliga ryska system kan noteras är elektrooptiska sensorer (infrarödteknik). MCTL bedömer att Ryssland har en betydande teknologikapacitet inom detta delområde. Såväl svenska som ryska bedömningar pekar på de ryska förbandens mycket begränsade förmåga till uppträdande nattetid (gäller såväl enskild soldat som plattformar). Mörkerförmåga (och övrig allväderskapacitet) står högt på den ryska prioriteringslistan för framtida anskaffning. Samtidigt ser MCTL endast begränsade FoU-ansträngningar avseende elektrooptiska sensorer i Ryssland.

Noterbart är vidare att MCTL ger Ryssland betyget 4 avseende delområdet **obskuranter**. Obskuranter är material ägnade att begränsa eller förhindra spaning, målfångning och målsökning (t.ex. rök och remsor). Detta delområde berörs inte explicit i de svenska eller ryska bedömningarna. Det är rapportförfattarnas generella bedömning att detta delområde har varit ett prioriterat ryskt teknikområde ända sedan andra världskriget och att det inte finns någon större anledning att ifrågasätta den amerikanska bedömningen. Obskuranter är ett bra exempel på s.k. denial-teknik.

Materialteknologiområdet ges av MCTL medelbetyget 2,83. Här inryms pansar och pansarbrytande material med betydelse för allt från exatmosfäriska farkoster, pansarbrytande projektiler och ballistiskt kroppsskydd till ubåtar. Här finns också elektriska material med betydelse för energilagringssystem och motorer med hög effektivitet, magnetiska material för GPS-satelliter, sonarer och system för riktad energi, optiska material för t.ex. infraröda fönster för flygburna system och strukturella material med goda prestanda avseende styrka, tillförlitlighet, temperaturtålighet vikt och livscykelkostnader. Samtliga dessa delområden ges betyget 3 eller 4. Det sista delområdet som MCTL listar är specialfunktionsmaterial med förbättrad resistens med stridsskada, minskat underhåll, smörjning i heta miljöer, svårantändlighet och lång livslängd med betydelse för utveckling av system för soldater, markfordon, fartyg, flyg- och rymdfarkoster. Den amerikanska bedömningen är att detta är ett svagt delområde med måttlig kritisk teknologikapacitet (1).

Den svenska synen kan sägas bekräfta den amerikanska bedömningen avseende pansar och pansarbrytande material. I övrig saknas jämförbart svenskt och ryskt underlag.

Delområdena inom området **teknologier för vapen och energetiska material** ges betyg 3 genomgående med undantag av system för säkring, laddning, antändning och avfyrning som ges en tvåa. Den ryska teknologikapaciteten är enligt den amerikanska bedömningen alltså betydande när det gäller fin- och mellankalibriga vapen, bomber, stridsdelar och grovkalibriga projektiler, artilleri- och kanonsystem samt energetiska material. Andra viktiga system är burna pansarvärnssystem, stridsvagnar, framdrivningssystem och kraftvektorstyrning.

Svenska och ryska bedömningar avviker inte markant från den amerikanska bedömningen. Dock är de inte lika detaljerade varför en noggrannare jämförelse inte är möjlig här. Rent allmänt framgår av den svenska bedömningen att artilleriområdet med relaterade teknologier är ett starkt område. Ryska bedömningar rankar också rysk teknologi avseende specialkemikalier och energitäta material (sprängämnen) högt, betyg 3 eller motsvarande.

Flyg- och rymdområdena framhålls ofta i den allmänna debatten som traditionellt starka ryska teknikområden. I flygfallet rör detta framför allt flygplanens ”mekaniska” prestanda som räckvidd och lastkapacitet. MCTL noterar emellertid att den ryska teknologikapaciteten

avseende gasturbinmotorer och människa-system-interaktion är måttlig (2). På motorområdet finns t.ex. kritiska faktorer i form av högtemperaturturbiner, kylda turbinblad, enkelkristall-gjutning (avser gjutning av fast bränsle för motorer med fast bränsle) och integrerade FADEC (Full authority digital engine control) med betydelse för bl.a. jakt- och attackflygplan, attack-helikoptrar och UAV:er. På MSI-området finns bl.a. siktlinjesindikatorsystem (Heads-up display systems). Samtidigt noterar MCTL att betydande ryska FoU-ansträngningar görs inom området flygteknologi, i synnerhet avseende aeronautisk framdrivning.

På rymdsystemområdet bedömer MCTL att det finns en betydande kritisk teknologikapacitet (3) avseende elektronik och datorer för t.ex. satelliter, ballistiska robotar och luftvärnsrobotar. Den ryska tekniken anses vara robust, tillförlitlig, ha lågt ström/vikt-förhållande, vara strålningstålig och ha hög systemkapacitet (MOPS). Även delområdet optronik med tillämpningar i robotförsvarssystem (BMD- och TMD-system) och framdrivningssystem med olika bränsletyper ges betyget 3. Kraft- och värmereglering liksom rymdsensorer ges däremot lägre betyg.

Inte heller inom dessa områden är den svenska och ryska synen så detaljerad som den amerikanska. Men den allmänna bilden av ryskt flyg- och rymdkunnande är att Ryssland har större teknologikapacitet avseende plattformar/bärare än elektroniska ombordssystem och datorer. En mycket viktig förklaringsfaktor till den positiva amerikanska bedömningen avseende elektronik och datorer för satellit- och robotsystem är att utvecklingen här drivits av hänsyn till kärnvapenkrigets krav på strålningstålighet och annan tålighet.

När det gäller **teknologier för marina system** tar den amerikanska bedömningen upp två svaga delområden. Framdrivningssystem där nyckelfaktorerna för att behålla systemens överlägsenhet är tyst uppträdande och framdrivningseffektivitet för såväl ytfartyg som ubåtar och andra dykfarkoster är det ena. Det andra är undervattens- och dykfarkoster bl.a. med avseende på strukturell styrka hos konstruktionerna, uthållighet, räckvidd, precisionsnavigering och sensorupplösning. Dessa teknologier stödjer utvecklingen av system för minjakt, spaning, underrättelseinhämtning, oceanografi samt bärgning och utplacering av utrustning på havsbotten. För bedömning av rysk marin signaturanpassning se ovan.

Inte heller den ryska hangarfartygstekniken bedöms ha varit särskilt framgångsrik, medan den ryska bedömningen är att det ryska hangarfartyget Kuznetsov intar en världsledande plats beträffande sjöegenskaper och vapensystemens prestanda. De senare är inte föremål för diskussionen här och när det gäller sjöegenskaper så är dessa bara en av många nyckelfaktorer som bestämmer ett hangarfartygssystems prestanda. Den svenska synen när det gäller hangarfartygsteknikens kvalitet är att Ryssland inte till fullo behärskar denna teknik som kan karaktäriseras som system av system. Trots förhållandevis god rysk förmåga att konstruera komplexa tekniska system så ökar komplexitetsgraden ytterligare ett steg när system av system skall behärskas.

Inom området **marksystemteknologier** kan en situation liknande den för flygteknologi noteras. MCTL ger delområdet framdrivning (avancerade dieselmotorer) betyget 3, medan fordonselektroniken är ett område där Ryssland bedöms ha endast en begränsad teknologikapacitet (1). Även den svenska synen är att just fordonselektronik är ett svagt område.

Området **tillverknings- och fabrikationsteknologier** omfattar i MCTL avancerad fabrikation och bearbetning, lagringselement, metrologi, icke-förstörande inspektionsutrustning, produktionsutrustning och robotteknik. Ryssland bedöms ha en måttlig teknologikapacitet (2) avse-

ende samtliga delområden inom detta område. Vidare bedöms i MCTL de ryska FoU-ansträngningarna vara måttliga (2) och endast avseende produktionsutrustning och ickeförstörande inspektion och evaluering görs betydande ansträngningar (3).

Ingen svensk bedömning har redovisats av detta område i rapporten. Generellt anser dock författarna att detta område är ett av de där USA genom en mycket målmedveten satsning under många år ökat sitt teknikförsprång gentemot Ryssland och resten av Europa. De ryska bedömningarna går isär vilket möjligen kan tillskrivas det faktum att de omfattar olika delområden. I en undersökning beskrivs den ryska kunskapsnivån inom området Industriutrustning som en allmän eftersläpning med enstaka framgångar inom vissa delområden (2). I en annan rysk bedömning under rubriken Teknologier för industriell utrustning anges den ryska teknologikapaciteten motsvara betyget 3.

När det slutligen gäller **elektronik** och till denna relaterade eller närliggande teknologier som **datorer, IT, radioteknologi, kommunikationsteknologi, mikroelektronik och nanoteknologi** kan konstateras att de amerikanska, ryska och svenska bedömningarna är relativt samstämmiga. Detta har varit sovjetiska svaghetsområden och fortsätter att vara ryska dito. Under rubrikerna dator-, mikro- och nanoelektronik ger ryska Försvarsministeriet respektive Försvarsindustriministeriet det ryska kunnandet betyg 2 eller motsvarande, dvs. allmän eftersläpning med enstaka framgångar inom vissa områden. Radioelektronikområdet, som är mer av ett systemområde än komponentområde, bedöms vara något starkare med betyget drygt 2.

Under rubriken Elektroniska teknologier bedömer MCTL att Ryssland inom delområdena elektroniska komponenter, fabrikationsutrustning, elektronisk utrustning för generell användning, mikroelektronik och optoelektronik har en måttlig kritisk teknologikapacitet (2) och inom delområdet elektroniska material (avseende homogenitet, renhet, substratstorlek m.m.) betydande dito (3). Dessutom bedömer MCTL de ryska FoU-ansträngningarna inom området elektroniska teknologier som helhet som betydande (3). Inom delområdet elektroniska komponenter bedöms de t.o.m. som omfångsrika (4). FoU-ansträngningarna avseende elektroniska material, mikroelektronik och nanoelektronik bedöms vara betydande (3). Inom delområdet elektronisk tillverkning bedömer USA att Ryssland endast gör måttliga FoU-ansträngningar (2).

Under MCTL:s rubrik **teknologier för informationssystem** ryms delområdena C⁴I²-system, CAD/CAM, högpresterande datorer, människa-system-interaktion (MSI), informationssäkerhet, intelligenta system, modellering och simulering, nätverk och omkoppling, signalbehandling, mjukvara och transmissionssystem. Samtliga delområden ges betyget 2, dvs. måttlig kritisk teknologikapacitet utom MSI där Ryssland bedöms ha endast en begränsad dito. Ryska bedömningar är t.o.m. ännu mer försiktiga och ger den ryska teknologinivån avseende IT betyget 1, dvs. avsevärd eftersläpning gentemot genomsnittliga världs-nivån. Samtidigt konstaterar MCTL att Ryssland gör betydande FoU-ansträngningar inom IT (drygt 3), t.o.m. något mer omfattande än inom det elektroniska området. Dessa ansträngningar omfattar informationskommunikation, informationsutbyte, informationsbehandling, informationssäkerhet samt informationsledning och -kontroll. Bland dessa delområden bedömer MCTL att omfångsrika ansträngningar görs avseende informationsutbyte och informationssäkerhet (4).

IT-området har bl.a. stor betydelse för utveckling av simulatorer, sensor- och datafusionssystem, plattformintegration och styrning på såväl taktisk som strategisk nivå, robotförsvarssystem, underrättelseinhämtning och -analys, vapenstyrning och kommunikationer.

Trots den i stort nedslående bilden av rysk teknologikapacitet avseende elektronik, datorer och IT finns det ljuspunkter. Exempelvis avslutade Ryssland år 2001 de tekniska proven med den första ryskkonstruerade superdatorn, baserad på amerikanska mikroprocessorer. Rysk oförmåga att tillverka mikroprocessorer som kapacitetsmässigt kan mäta sig med de senaste Intel-versionerna har kompenseras med avancerad matematik och programmering varigenom flera multiprocessordatorer kan knytas ihop till ett parallellarbetande system. På så sätt skapas ett datorsystem som prestandamässigt kan mäta sig med de utländska motsvarigheterna. Ryssland är därmed det tredje landet i världen förutom USA och Japan med egen superdatorproduktion.

Besvärande för den framtida ryska militärtekniska förmågan är att områdena elektronik m.fl. samt IT är av avgörande betydelse för bl.a. plattformars och vapens styrning, navigering, ledning liksom för säker kommunikation, radarapplikationer, elektronisk krigföring, avionik och fordonselektronik och sensorsystem vilka i sin tur är centrala för uppnåendet av de i militär-doktrinen angivna förmågorna (exempelvis realtidsorganisering av striden med rymd-/flygburen spaning kopplat till bekämpningssystem med hög precision, elektronisk krigföring/elektroniskt skydd och robust informationsförsörjning av förband).

En övergripande svensk och rysk syn är att den ryska forskningen avseende elektronik m.fl. områden samt IT är relativt bättre än serietillverkade komponenter och produkter. Framstående ryska bedömare ser därför en möjlig framtid där Ryssland förlitar sig på import av konsumtionselektronik, men där FoU kommer att bedrivas i Ryssland, i synnerhet avseende spets elektronik som inte är tillgänglig på den internationella marknaden. Det finns bland ryska bedömare en utbredd uppfattning att landet bör ha egen elektronikutveckling eftersom förekomst av sådan är avgörande för Rysslands vetenskapliga, teknologiska och industriella ställning. En modern elektronikindustri har t ex stor betydelse för möjligheterna att utveckla den industriella produktionstekniken så att internationellt konkurrenskraftiga högteknologiska produkter kan tillverkas.

Den bild som sammanlagt framträder visar alltså betydande till heltäckande teknologikapacitet avseende massförorelsevapen inkl. bärare, laser, kraftsystem, teknologier för navigering, styrning och farkostkontroll, signaturanpassning, informationskrigföring samt system för riktad och kinetisk energi. Områden som sensorer, materialteknologi, vapen och energetiska material, flyg- och rymdsystem, marina system, marksystem och produktionsteknologier karakteriseras av en måttlig till betydande teknologikapacitet, medan Ryssland bedöms ha en begränsad till måttlig teknologikapacitet när det gäller elektronik datorteknologi, mikroelektronik, nanoteknologi och informationsteknik.

Trots allmän eftersläpning inom ett antal teknologiområden finns vissa ljuspunkter, även inom områden som generellt bedöms som svaga. Bredden på det ryska teknologiska kunnandet bör understrykas, särskilt sett i ljuset av drygt ett decennium med svältliknande statlig finansiering. Noteras bör också att Ryssland gör betydande FoU-ansträngningar inom traditionella svaghetsområden av stor betydelse för möjligheten att följa med i utvecklingen av högteknologiska vapensystem och plattformar. Av det i denna rapport presenterade materialet framgår att avståndet mellan forskning/teknologiskt kunnande och systemapplikationer inom vissa (del)områden tycks vara långt. I synnerhet tycks detta gälla områdena signaturanpassning (undantaget marin sådan) och IR-området.

Samtidigt kan man notera att den ryska insikten om och bedömningen av den egna teknologiska kunskapsnivån är relativt realistisk.

Eftersom denna analys inte har syftat till att i absolut mening värdera ryska teknologier och ryskt tekniskt kunnande har heller inte gjorts några bedömningar av ledtider för utveckling inom olika (del)områden. Den centrala frågan är huruvida ledtiderna för rysk teknikutveckling är jämförbara med de ledande militärtekniska nationernas, dvs. har Ryssland förmåga att följa med i den högteknologiska vapenutvecklingen eller kommer den tekniska eftersläpningen att öka. Möjligheten finns också att Ryssland inom något enstaka område åstadkommer någon form av genombrott som kan få strategiska konsekvenser (t.ex. höghastighetstorpeder eller antirobot-robotar).

I det ryska fallet måste resonemang kring ledtider även beakta en annan typ av ledtider än de rent teknisk-forskningsrelaterade. Till skillnad från de flesta länder i väst blir MIK:s ”biologiska ålder”, dvs. forskarkårens åldersstruktur, och ”slutdatumet” för det sovjetiska arvet avgörande faktorer som också inverkar på den ryska högteknologiska förmågan.²³¹ Ryssland lever idag fortfarande till stor del på det sovjetiska arvet. Detta gäller både komponenter och system. Om man antar att ledtiderna för större militära materielsystem är ca 20 år och att detta är den ungefärliga tidshorisont som nästa generations system eller motsvarande har inses att det som fanns på de sovjetiska ritborden 1991 tar slut ungefär 2010. Med rådande organisatoriska, personella, tekniska och finansiella situation uppgår medelåldern vid samma tidpunkt ungefär till 65 år om inte en kraftig nyrekrytering kommer till stånd. Det blir alltså en kapplöpning mot tiden för att hinna få in nya bärare av det tekniska och teknologiska arvet samtidigt som dessa nödvändiga förnyare utgör förutsättningen för nyutveckling av ryskt postsovjetiskt kunnande.

När det gäller tekniska ledtider kan man förvänta sig mycket stora variationer beroende på bl.a. vilka inriktningar som väljs vad gäller materielslag, teknikinnehåll och tekniknivåer. Storleken på de finansiella satsningarna inom MIK får troligen också en betydande inverkan på ledtiderna. Teknikimportens inriktning och omfattning i kombination med MIK:s förmåga att nyttiggöra den importerade tekniken är andra faktorer med betydande potentiell inverkan på ledtiderna.

Generellt sett ökar ledtiderna för en modernisering av MIK ju mer komplex den använda produkt- och produktionstekniken är (även om det sällan rör sig om linjära förhållanden mellan ledtider och teknisk komplexitet). Ett dilemma för MIK och den ryska krigsmakten är att den förväntade internationella utvecklingen inom flertalet militära materielslagsområden går mot allt mer komplex produktteknik, vilket i sin tur oftast kräver en allt mer komplex produktionsteknologi. En allt mer komplex produktteknik måste vanligen användas för att uppnå bättre prestanda hos militär materiel, och bättre prestanda är inom många materielslagsområden ett krav såväl från den ryska krigsmakten som från exportkunder. Ytterligare en orsak till införandet av allt mer komplexa produktionsteknologier och produktionsprocesser är kraven på att pressa ner de totala produktionskostnaderna för militär materiel. För MIKs del kommer konkurrensen på de internationella vapenmarknaderna att öka behovet av att införa kostnadssänkande produktionsprocesser och produktionsutrustningar under de närmaste åren.

Utveckling av ny materiel baserad på ’arvet’ vad gäller komponent- och produktionsteknologier kan förmodligen klaras med ledtider understigande 5 år. Gränssättande för möjligheterna att pressa ner dessa ledtider är finansieringen. Investeringar i nya och konkurrenskraftiga komponentteknologier för tillämpningar inom teknikområden som sensorer, datafusion, kommunika-

²³¹ Ledtidsresonemangen är delvis tagna från Jan Leijonhielm m.fl. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv*, s. 282-286 och Jan Leijonhielm m.fl. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – en förnyad bedömning 2000*, s. 151-152.

tionslänkar med stor kapacitet, UAV, luft- och rymdburna integrerade underrättelse- och bekämpningssystem m.fl. bedöms ha ledtider på mer än 10 år. Sådana kapacitetsuppbyggnader blir dessutom mycket kapitalkrävande.

Överlagrat på denna problematik finns förväntade ledtider för den omstrukturering, effektivisering och resursuppbyggnad av MIK som för närvarande planeras. Uppbyggnaden av utvecklings- och produktionskapacitet för 'nästa generations' tekniknivåer ställer mycket omfattande krav på innovationssystemen, dvs. komplexa nätverk för att kanalisera investeringar i ny teknik, nya produktionsanläggningar samt i utbildning av teknisk och annan företagspersonal till teknik- och industriområden med hög nationell prioritet.²³² Sådana nätverk kräver för ett vidmakthållande inte bara uthållig finansiering (av en omfattning som för Rysslands del under överskådlig framtid skulle kunna uppnås endast med hjälp av utländskt kapital), utan också mycket stora utbildningssatsningar samt omfattande utvidgningar, omstruktureringar och förbättringar av de fysiska och immateriella infrastrukturerna.

Erfarenheter från länder som Japan, Sydkorea och Taiwan visar att ledtiderna ligger kring 10-15 år för att utveckla konkurrenskraftig produkt- och produktionsteknik inom tekniskt komplexa produkt- och materielslagsområden. Detta gäller dessutom under gynnsamma omständigheter avseende tillgång på kapital, utbildad personal, infrastrukturer, marknad för produkterna m.m. Det torde dröja åtskilliga år innan de för MIK planerade integrerade strukturerna (med hela kedjan av forskning-utveckling-serieproduktion under samma tak) har investerat sig till en sådan finansiell, industriell och teknisk kapacitet.

Det bör också framhållas, att de asiatiska satsningarna på högteknologiindustrier underlättades av omfattande import av teknologi. Sådana teknologier ägs till större delen av industriella konglomerat i väst, vilka inte kan förväntas dela med sig av sitt tekniska kunnande med mindre än att de har fullständig kontroll över all vidare användning. Normalt betyder detta, att spridning av avancerad teknologi till andra länder endast sker i form av etablerandet av helägda dotterbolag. Undantagsvis kan samriskföretag förekomma, men då har det utländska företaget som regel försäkrat sig om fullständig kontroll över den centrala teknologin genom majoritetsägan och närvaro av egen driftspersonal. Ett tydligt politiskt vägval för Ryssland blir då att acceptera ett beroende av omvärlden. Beroendet kommer att vara särskilt stort när det gäller produktionsteknologi, elektronikområdena och informationsteknik. Kring ett sådant beroende finns det idag inte något konsensus i bredare försvars- och industrikretsar, även om president Putin förstår situationens allvar och också agerar därefter.

²³² I huvudsak interagerar tre typer av aktörer i innovationssystemet (nätverket): forskare och universitet, företag samt politiker. Se t.ex. *Research and innovation for sustainable growth*, VINNOVA (Verket för Innovationssystem) Information VI 2002:1.

Bilaga A. Vapensystemteknologier

Den del av Military Critical Technologies List (MCTL) som behandlar vapensystemteknologier listar teknologier som bedöms vara kritiska för att USA skall försäkra sig om överlägsen amerikansk prestanda inom dessa vapensystem.²³³ Arton teknikområden tas upp och sjutton av dessa listas detaljerat på nedanstående sätt. Tabellen redogör för den amerikanska motiveringen till nyckelfaktorer som vardera teknikområde förväntas bidra till samt listar de system som kan dra nytta av denna teknik. På så vis kan man här extrapolera den amerikanska bedömningen av det ryska teknikkunnandet till systemapplikation.

Siffran inom parantes avser den bedömning som Ryssland givits inom vardera teknologiområde. Siffran 1 motsvarar begränsad kritisk teknologikapacitet, siffran 2 avser måttlig kritisk teknologikapacitet, siffran 3 avser betydande kritisk teknologikapacitet, siffran 4 avser heltäckande kritisk teknologikapacitet. Siffran som följer efter teknologiområdesrubriceringen är ett medelvärde av bedömningen av de ingående teknologiområdena. I vissa fall saknas bedömning vilket här markeras med (-). För de teknologiområde som innehåller områden som saknar bedömning har inget medelvärde beräknats.

I några fall har den engelska termen behållits eller så anges den engelska termen inom parentes efter den svenska översättningen. Detta kan bero på att ingen allmänt accepterad svensk term finns eller på att terminologin vacklar och ett behov av förtydligande föreligger.

Teknologier för nukleära system (4,0)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Fissionsreaktor (4)	Materialrenhet; Anrikningsbearbetning; Värmeavledning (thermal dissipation); Energi-konvertering	Power grids; Produktion av kärnvapenmaterial
Nukleär materialbearbetning (4)	Renhet; Säkerhet; Strålnings-skydd	Tritiumproduktion; Material av vapenkvalitet; Bearbetning av använt bränsle
Kärnvapen (4)	Specialiserad testutrustning; Simulerings- och modelleringskoder; Smältnings- och gjutningsprocesser; Energetiska material	Interkontinentala ballistiska robotar (ICBM), Stand-off-vapen; Taktiska vapen; Bomber

²³³ Military Critical Technologies List, Internet <http://www.dtic.mil/mctl/>.

Teknologier för kemiska och biologiska system (4)		
Teknik	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Kemiska och biologiska försvarssystem (4)	Undvika kontaminering; Profylax och terapi; Dekontaminering	Personal; Markfordon; Flyg; Fartyg; Kollektivt skydd
Detektion, varning och identifiering (4)	Känslighet vad gäller agens; Detektionstid; Tillförlitlighet; Låg falsklarmsfrekvens; Detektionsräckvidd; Multiagensdetektion/identifiering; Integration	Punktdetektion: handburna system, mobila system; Avståndsdetektorer: mobila system, fasta installationer; Taktiskt ledning

Kraftsystemsteknologier (3,33)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Konventionella högeffektiva komprimerade kraftsystem (3)	Effektthäthet; Termisk styrning; Hög temperatur; Lång livstid; Tillfredställande degradering; Lägre vikt; Mindre volym	Bärbara elektriska system; Tändning (fuzing); Tidmätare/klockor; Vapen; Kraftförsörjning (Actuation) för komponenter i större vapen; Vapenplattformar
Elektrisk strömförsörjning till mobila plattformar (3)	Enkelhet; Arbetstemperatur; Effektthäthet; Termisk styrning; Energiextraktion; Permanenta magnetiska material	Aktiv upphängning; Dynamiskt pansar; System för motorkontroll och elektriska filter; Kraftförsörjningsmekanism (Actuators); Vapen; Sensorer
System för pulsad och hög effekt (4)	Hög toppeffekt och puls; Repetitions hastighet; Kraftdistribution och arkitektur; Feltolerans; Solid state switches; Kondensatorer; Batterier	Elektrisk framdrivning; Högeffektpulsad mikrovågsstrålning (HPM); Elektrisk kanon; Motåtgärder; Aktiva upphängningar

Teknologier för styrning, navigering och farkostkontroll (3,33)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Flygplans- och farkoststyrsystem (3)	Precisionspositionering och styrning; Anti-störning/antivilelsedning; Frekvenssvar;	Flygplan och helikoptrar; UAV:er och RPV:er (Remotely Piloted Vehicles); Heli-

	Responstid; Integrationsteknologi; Klara av redundans; Feltolerans; Aktiv kontroll; Adaptiv teknologi	koptrar; Luftkuddefarkoster; Ground Effect Vehicles; Missiler; Stridsspetsar (reentry vehicles)
Tröghetsnavigeringssystem och relaterade komponenter (3)	Autonomt/dolt uppträdande; Navigeringsfelets tillväxt; Världsomspännande data; Precisionspositionering och styrning; Anti-störning/antivilseledning; Kompensering	Flygplan, RPV:er, UAV:er; Markfarkostsystem; Satelliter; Marina system: fartyg, ubåtar/dykfarkoster; Missiler
Radio- och databaserade referensnavigeringssystem (4)	Precision: 3D och tid, utpekning (pointing), hastighet/acceleration, världsomspännande; Tillförlitlighet; Kompensering; Autonomt/dolt uppträdande	Enskild kombattant; Flygplan, RPV:er, UAV:er; Markfarkostsystem; Satelliter; Marina system: fartyg, ubåtar/ dykfarkoster; Missiler

Teknologier för informationskrigföring (3,25)

Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Elektronisk attack (3)	RF-känslighet; Effekt; Frekvensbandbredd; Countering algorithms; Stötresistens; Signalbehandling	Flyg-, mark- och sjöoperationer; Radarstörning; Störning av ledning
Elektroniskt skydd (3)	RF-känslighet; Effekt; Frekvensbandbredd; Countering algorithms; Stötresistens; Miniaturisering; Signalbehandling	Flyg-, mark- och sjöoperationer; Radar anti-störning; Störning av ledning
Optiska motåtgärder (4)	Speciella material; Optisk fasthet (optical hardness); Bandbredd; Signalbehandling	Sensorer (flyg-, rymd-, mark-, sjöburna)
Optiska mot-motåtgärder (3)	Speciella material; Optisk fasthet (optical hardness); Bandbredd; Signalbehandling	Sensorer (flyg-, rymd-, mark-, sjöburna)

Teknologier för system för riktad och kinetisk energi (3,0)

Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Högenergetiska kemiska laser (3)	Effekt- och energinivå; Varaktighet; Energiförbrukning; Strålgenerering och styrsystem	Luftförsvar: måldestruktion, måldegradering
Stödjande teknologier för	Utpekning och målföljning	Vapen med riktad energi;

vapen med riktad energi (3)	med hög precision; Snabb målväxlingsförmåga; Selektion av riktpunkt; Verkansverifiering; Adaptiv högeffekt-optik	System för att följa mål i rymden
-----------------------------	--	-----------------------------------

Sensor- och laserteknologier (2,9)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Akustiska sensorer, flyg- och markplattformar (2)	Databearbetning; Viktning och selektion av "nycklar" (clues); Validerade besluts-kriterier; Korrekta beslut; Vibrationskänsliga sensorer; Prestanda i akustiskt brus	System för att detektera in-kräktare; Flygplan; Seismiska bearbetningscentra; System för att detektera och lokalisera artilleri; System för att de-tektera markfordon
Akustiska sensorer, marina, aktiva sonarer (3)	Prestanda i akustiskt brus; Operativ räckvidd; Upplösning; Klassificering och iden-tifiering; yttäckning; Snabb målföljning; Målpositions-precision; Akustisk effekttät-het; Feature heightfinding; Akustiskt bildgenerering	Ytfartyg; Ubåtar och andra dykfarkoster; Ubåtsjaktflyg-plan; Torpeder och minor, Ubåtsjakt; Ytattack; Minkrig-föring; Djuphavsbärgning; Undvikande av minor och objekt; Navigering under vatten och is; Undervattens-kommunikation; Seismisk profilering
Akustiska sensorer, marina, passiva sonarer (2)	Möjlighet till dolt uppträdande (covertness); Operativ räckvidd; Klassificering och identifiering; Bearbetning av transienta signaler; Yttäckning	Rörlig eller fast placering; Ytfartyg; Ubåtar och andra dykfarkoster; Ubåtsjaktflyg-plan; Torpeder och minor; Ubåtsjakt; Ytattack
Akustiska sensorer, marina plattformar (3)	Lågt egenljud vid funktionella hastigheter; Sensorprecision; Tillförlitlighet; Lång livstid; Robusthet; Operationsdjup; Low insertion loss	Ytfartyg; Ubåtar; Ubåtsjakt; Ytattack; Minjakt; Undervat-tenskommunikation
Elektro-optiska sensorer (3)	Bildförstärkning; Mål/bakgrundskontrast; Upplösning	Bildförstärkare i form av glasögon (night vision gogg-les); FLIR; Termiska vapen-sikten; IR-sökning och följning (fartygsförsvar)
Gravimettrar och gravito-gradiomettrar (2)	Precision, Autonomt/dolt uppträdande; Database accu-racy compensation; Matris-kompensering	Satelliter; Strategiskt flyg; Ubåtar; Interkontinentala bal-listiska robotar (ICBM)

Lasrar (4)	Inställningsbarhet; Klarhet (brightness); Strålkollimering; Våglängdsdiversitet	Målanvisningssystem; Avståndsmätare; Smarta vapen, Optiska motmedel och motmotmedel
Magnetometrar och magnetiska gradiometrar (3)	Autonomt/dolt uppträdande; Databasprecision; Detektion/klassificering; Anti-störning/anti-vilseledning; Rörelsekompensering; Matriskompensering	Ubåtsjakt; Detektion och röjning av minor; Mintändare; Ytspaning; Sammanvägd hotanalys (threat fusion); Artilleri; Flyg/fartyg/stridsvagnar; Satelliter
Obskuranter (4)	Spridning och absorption; Packningstäthet; Utspridningseffektivitet	Stridsflygplan; Artilleri; Granatkastare; Pansar, Infanteri
Radar (3)	Upplösning; Riktningssprecision; Effekt; Bred bandbredd; Strålens rörlighet (beam agility); Adaptiv signalbehandling; Pulskompression; Sidlobskontroll; Reducering av klotter; telemotmedelsresistens (ECM resistance)	Markbaserad spaning; Rymdbaserad spaning; Stridsvagnar; Artilleri; Fartyg; Ubåtar; Flyg; Missiler; Infanteri; Kartläggning (Mapping)

Materialteknologier (2,83)

Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Pansar och pansarbrytande material (4)	Starka, brottresistenta legeringar; Legeringar med hög densitet; Keramer med nära teoretisk densitet (borkarbid, aluminiumoxid); Kompositer och applikationskonfigurationer	Endoatmosfäriska projektiler; Pansarbrytande projektiler; Artilleri- och granatkastarammunition; Ballistiskt kroppsskydd, flygpansar, fordonspansar; Pansar för plattformar och skärmning av taktiska skydd; Missiler, fartyg, ubåtar
Elektriska material (3)	Lätt vikt, hög konduktivitet; Konduktorer med ultralåg strömförlust	Energilagringssystem; Min-svepningsmagneter; Motorer med hög effektivitet; Energitransmission
Magnetiska material (3)	Magnetisk skärmning med låg vikt och hög kvalitet; Högeffektiv mekanisk koppling; Magneter med ultralåg förlust och hög hastighet	GPS-satelliter; Sonarer; Magnetisk anomalidetektion (MAD); System för riktad energi; EMP-simulatorer
Optiska material (3)	Transparens; Tillverkningsprecision; Resistens för att klara uppdrag i kärva miljöer; Renhet/kvalitet; Produktions-	Infraröda fönster för flygburna system; Spaning; Sökare; LIDAR-system

	storlek/-kapacitet	
Strukturella material (3)	Starka; Pålitlig prestanda vid hög temperatur; Lätt vikt; Ökad hållbarhet; Lägre livscykelkostnader; Ökad bredd; Bättre överlevnad	Rymdfarkoster; Missiler; Flyg; Pansar; Fartyg; Dykfarkoster
Specialfunktionsmaterial (1)	Förbättrad resistens mot stridsskada; Minskat underhåll; Smörjning i heta miljöer; Ökat livslängd; Svårantändlighet	Soldater; Markfordon; Fartyg; Flyg; Rymdfarkoster

Teknologier för vapen och energetiska material (2,8)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Fin- och mellankalibriga vapen (3)	Material; Design; Packning (Packaging); Nya teknologier för styrning	Eldrörsvapen (< 45 mm), Projektiler för markvapen; Eldhandvapen; Enmansvapen; ²³⁴ Pansarvärnsvapen mot lätt pansrade fordon
Bomber, stridsspetsar och grovkalibriga projektiler (3)	Verkan: penetration; algoritmer för målprediktion; stöttålighet; miniatyrisering, multifunktionalitet; kraftvektorstyrning	Artilleri; Fartygsartilleri; Vapen mot tungt pansar; Flygplan; Stridsvagnar; Ubåtar
Energetiska material (3)	Stabilitet; Produktionsmöjlighet; Antändlighet; Specifik impuls; Säkerhet	Projektiler; Tändrör; Bomber; Kraftvektorstyrning; Stridsdelar; Minor; Framdrivningssystem
System för säkring, laddning, antändning och avfyring (2)	Hög tillförlitlighet; Snabb inställningstid (setting time); Hög kapacitet för måldiskriminering; Hög stabilitet: bred temperaturskala; i alla miljöer	Flyg-, sjö- och markburen ammunition, kärnvapensystem
Kanon- och artillerisystem (3)	Databearbetningshastighet; Systemintegration; Precision; Laddautomater	Plattformer för mark- och sjöartilleri
System för upptäckt, sprängning och rövning av minor (-)	Sensorer; Mjukvara för styrning; Låg feltolerans; Tillförlitlighet; Material: energetiska, strukturella	Mark- och sjöoperationer; Blockader; Militära operationer i urban terräng

²³⁴ Till exempel granatgevär och buren luftvärnsrobot.

Teknologier för flygtekniska system (2,67)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Flygplansteknik m.a.p. uppträdande i miljö med hög energipåverkan (konventionell och nukleär) samt integration av motorkontrollsystem och flygplansskrovkontrollsystem (4)	Prestanda; Räckvidd; Lastkapacitet Uthållighet; Tillverkningsteknologi; Integrations-teknologi	Bemannat stridsflyg; Obemannat stridsflyg; Övrigt flyg (non combat air-craft)
Gasturbinmotorer (2)	Högtemperatorturbiner; Kylpropeller- och turbinblad; Enkelkristallgjutning; Termiskt frikopplade förbrännare; Integrerade FADEC (full authority digital engine control)	Jakt- och attackflyg; Attackhelikoptrar; UAV:er; Transport-/bruksflyg; Marina farkoster; Pansrade fordon
Människa-system-interaktion (2)	Display med hög upplösning; Integrerade displaysystem	Arbetsstation ombord på attackhelikoptrar; Pansrade fordon; Stridsflygplan; Siktlinjesindikatorsystem (Heads-up Display System, HUD)

Teknologier för marina system (2,67)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Framdrivningssystem (2)	Tyst uppträdande; Framdrivningseffektivitet	Ytfartyg; Ubåtar; Andra dykfarkoster
Marin signaturanpassning (4)	Reducerad signatur: akustisk, infraröd, radar, magnetisk, visuell	Reducerad upptäcks- och bekämpningsrisk: ytfartyg, ubåtar, andra dykfarkoster
Undervattens- och dykfarkoster (2)	Strukturell styrka; Framdrivning/lagrad energi: uthållighet, räckvidd; Precisionsnavigering; Sensorupplösning; Robotarmar på bemannade eller obemannade dykfarkoster (articulated manipulators)	Minjakt; Spaning; Underrättelseinhämtning; Oceanografi; Bärgning och utplacering av utrustning på havsbotten

Rymdsystemsteknologier (2,6)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Elektronik och dator (3)	Robusthet; Hög tillförlitlighet; Lågt ström-viktförhållande; Strålningstålighet; Systemkapacitet (MOPS)	Satelliter: satellitbussystem, nyttolastsystem; Ballistiska missiler; Styrning; Stridsspetsar (reentry vehicles); Avfyrningsfordon/-anordningar; Luftvärnsrobotar (Interceptor missiles)
Optronik (3)	Låg absorption; Liten vikt; Bred bandbredd; Minimal spridning	BMD- och TMD-system (Ballistic and Theater Missile Defense); Rymdsensorer
Kraft- och värmestyrning (2)	Långt livstid; Driftcykler, Låg temperatur och temperaturcykelkompatibilitet; Högeffektiva kraftkällor med låg vikt	Satelliter: kommunikation, IR-sensorer, kryotemperaturkompatibilitet, bussar
Framdrivningssystem för rymdsystem (3)	Drivkraft-vikt-förhållande; Livslängd i kretsbanan; Lagring och kylning av kryogena bränslen; Riktningsskontroll; Säkerhet; Miljömässigt neutrala	Raket (med fast, flytande och hybridbränsle); Satellitkontroll och manövrering
Sensorer för rymdsystem (2)	IR-spektrumkänslighet; Hög respons; Fokalplansmatris med hög täthet; Strålningstålighet	Spaning; Meteorologi; Miljökartläggning

Elektroniska teknologier (2,17)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Elektroniska komponenter (2)	Bandbredd; Effekt (medel/topp); Linjaritet; Effektivitet; Storlek, effekt, tyngd; Dynamisk räckvidd; Frekvens; Strålningstålighet	Radar; Elektronisk krigföring (EW), elektronisk attack (EA), elektroniskt stöd/support (ES); Kommunikation; Navigering; Styrdd ammunition
Elektroniska material (3)	Homogenitet; Renhet; Processstyrning; Substratstorlek och homogenitet; Optimerade för höga prestanda	Elektroniska anordningar (devices); Komponenter; Sensorer; Miljötåliga anordningar (strålnings- och temperaturtåliga); Sammansatta halvledare (compound semi-conductors); Fabrikationsutrustning

Fabrikationsutrustning (2)	Linjebredd (feature size); Bearbetningshastighet; Hög avkastning; Fabrikationsstabilitet; Kvalitetskontroll; Renhet/små defekter; Integrerad/automatiserad	Elektroniska anordningar (devices); Komponenter; Sensorer; Mikroelektro-mekaniska anordningar; Nanostrukturer; Integrerade kretsar; Miljötåliga anordningar (strålnings- och temperaturtåliga)
Elektronisk utrustning för generell användning (2)	Stabilitetsgrad; Överföringshastighet; Signal-till-brusupplösning; A/D-omvandlingshastighet (digitizing rate); Omkopplingstid	GS Clocks; Säker kommunikation; Navigering; Inspelning: video, telemetri och sonar
Mikroelektronik (2)	Linjebredd (feature size); Bearbetningsprestanda; Datahastighet; Beräkningshastighet; Komponenttäthet; Låg effektförbrukning; Temperaturlöslans	Datorer; Avionik; Kommunikation; Styrning och regulatorer (controllers) för mark-, sjö-, flyg- och rymdsystem
Optoelektronik (2)	Hög hastighet; Strålningsresistent; Bandbredd; Robusthet	Sensorer; Signalsammanbindning (signal interconnections); Bildbehandling; Radar/LIDAR; Elektronisk krigföring; Elektronisk underrättelseinhämtning

Marksystemsteknologier (2,0)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Avancerade dieselmotorer (3)	Effektiv packning (Efficient packaging); Hög effekttäthet; Små parasitförluster; Stålanordningar med hög värmetolerans; Nötningsbeläggningar; Högtemperaturfriktionsmaterial; Kompakta hydrostatiska pumpar/motorer; Högenergibromssystem; Högtemperatursmörjning; Emissionsreduktion (värme och ljud)	Bandgående stridsfordon; Tunga stridsvagnar; Pansrade fordon med vanliga chassin; Pansrade understödsfordon; Självgående bandtraktorer med hög hastighet; Pansrade amfibiestridsfordon
Fordonselektronik (1)	Hög upplösning; Kompakt högdensitetsdisplay (platta displayer); Lång medeltid mellan uppkomna fel (MTBF); Hög överlevnads-möjlighet i stridsmiljö	Pansrade fordon; Stridsledningscentraler för fartyg; Applikationer för stridsflyg; Land-Based Mobile Combat Support Centers

Tillverkning- och fabrikationsteknologier (2,0)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Avancerad fabrikation och bearbetning (2)	Toleransgrader; Applikationsprocesser; Kvalitet; Hastighet; Ekonomiska skalfördelar; Produktionsförmåga	System/Utrustning: flyg, mark, sjö, rymd
Lagringsselement (2)	Ökad tillförlitlighet; Längre livstid, energibevarande	Framdrivning; Navigering; Utpekning och följning av mål
Metrologi (2)	Precisionsbestämning: dimensionell, ytplanhet	Tillverkning: verktyg, jigg, testutrustning; Slutprodukt-komponenter
Icke-förstörande inspektionsutrustning (2)	Icke-förstörande natur; Avancerad sensorteknik; Ökad kvalitet och tillförlitlighet	System/Utrustning: flyg, mark, sjö, rymd
Produktionsutrustning (2)	Antalet axlar som kontrolleras av produktionsutrustningen; Positioneringsprecision; Kurvstyrning; Kvalitet och reproducerbarhet	System/Utrustning: flyg, mark, sjö, rymd
Robotteknik (2)	Mindre dyr produkt; Applikation inom ovänliga miljöer: explosiva, nukleära	Tillverkning av system/utrustning; Vapenbärare (Battlefield Weapons Delivery); Nukleära anläggningar, militära eller civila

Teknologier för vapeneffekt och motåtgärder (2,0)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
Markstöt vågor från (djup)-penetrerande vapen ²³⁵ (2)	Undertryckande av penetration; Undertryckande av stöt-våg; Energiabsorption; Kross-resistent material; Dynamiska materialegenskaper; Materialrespons	Mobila markbaserade system; Fasta markbaserade anläggningar; Underjordiska anläggningar; Flyg- och rymd-plattformar

²³⁵ Avsedda att verka mot befästningsanläggningar och andra kraftigt skyddade mål.

Teknologier för informationssystem (1,9)		
Teknik/Teknologi	Nyckelfaktorer för att behålla systemens överlägsenhet	Vilka system drar nytta av denna teknik?
C ⁴ I ² -system (2)	Den hastighet och precision med vilken information finns tillgänglig för användning; Tillförlitlighet hos datorgenererad information relativt verkligheten	Stridsuppgiftssimulatorer och träning; Data: sensorprocessorer och fusionssystem; Militär: plattformintegration och styrning; Taktisk nivå: C ⁴ I ² -system på alla nivåer; Global strategisk nivå: militära kommunikationssystem
CAD/CAM (2)	Precision; Hastighet; Datapresentationens tillförlitlighet	Elektronik; Tillverkning och fabrikation; Ledning, navigering och farkostkontroll; Informationssystem; Informationskrig
Högrepresterande datorer (2)	Överlägsen förmåga hos individuella processorer att bearbeta och konfigurera data i högre hastigheter för att uppnå: realtidsuppträdande, precisare målanvisning och situationssuppfattning; Förmåga att sammanföra och aggregera processorkapacitet för högre systemprestanda: syntetisera och presentera komplexa datamängder/ realtidslägen, verka i miljöer med strålning och hög temperatur	C ⁴ I ² ; Vapenstyrning; Taktiska ballistiska missilförsvarssystem; Marina luftförsvarssystem; Militära stridsuppgiftssimulatorer; System för övning och planering av stridsuppgifter (mission)
Människa-informations-system-interaktion (1)	Ökad operatörsinteraktion med stora/komplexa datamängder; Realism (integration av sensoreffekt); Respons; Möjlighet att stödja gruppinteraktion/integration inom analys/utveckling och operationer	Sensordatafusion; C ⁴ I ² ; Synfältssystem (vision system) för piloter/förare; Dynamisk träning och simulering; Interaktiv CAD/CAM (inklusive systemanalys); Uppdragsanalys, planering och övning
Informationssäkerhet (2)	Algoritmer: kod som är svår att knäcka, sofistikerad kodknäckning	Underrättelseinhämtning; C ⁴ I ² ; Global övervakning; Kommunikation; Datornätverk; Vapensystem
Intelligenta system (2)	Snabbare beslut; Mer precis och fullständig lägesuppfattning (situational awareness); Eliminering/reducering av operatörsstress och resulterande fel; Förmåga att överle-	C ⁴ I ² ; Smarta vapen; Datorstödda logistikstyrningssystem; Underrättelseanalys; Uppdragsplanering och analys

	va (p.g.a. geografisk distribution av beslutsprocessen)	
Modellering och simulering (-)	Beräkningshastighet; Presentationstillförlitlighet; Operationsflexibilitet	Simulering av stridsupdrag för träning och systemutveckling; C ⁴ I ² -datafusion; Uppdragsplanering och övnings-system; ingenjörskonstruktion; Industriell/informations-systemprocessutveckling och visualisering
Nätverk och omkoppling (2)	Lagrad programkontroll; Prioritet- och förköpsrättsprotokoll (priority and pre-emption protocols); Omkopplingshastighet; Överförings- och tillgänglighetshastighet	Nätverk: lokala, wide area; Ledning
Signalbehandling (2)	Bearbetningshastighet; Empirisk validering av målegenskaper och karaktäristika	Sensorer: radar, sonarer, FLIR; Analyssystem för underrättelseinformation; Bildanvändning (image exploitation)
Mjukvara (2)	Förutsägbarhet; Tillförlitlighetsnivå (confidence level); Tillförlitlighet; Användbarhet; Snabbt exekvering; Upplösning; Tillståndsmedvetenhet (state awareness); Immunitet; Flexibilitet	Systemoperationer; Databeräkningar och fusion; Data Display; Data Capture; Autonoma operationer; Vapensystem
Transmissionssystem (2)	Våglängder; Koherent optisk transmission; Bredband (spread spectrum) (frekvenshopping); Utökad frekvens; Frekvensrörlighet; Elektronisk styrning	Kommunikation för mark/flyg/rymd/undervatten; Underrättelseinsamling; Störning/anti-störning

Bilaga B. Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet²³⁶

I enlighet med presidentdekret nr 867 'Om strukturen hos den verkställande maktens federala organ' från 17 maj 2000 och regeringsförordning nr 515 'Frågor rörande Ministeriet för industri, vetenskap och teknologi' från den 12 juli 2000 skapades Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriet (Minpromnauka).²³⁷

Enligt förordningen nr 515 skall Minpromnauka:

1. Utarbeta och genomföra en enhetlig statlig industripolitik samt styra och omstrukturera den metallurgiska industrin, kemiska industrin, petrokemiska industrin, biotekniska industrin, textilindustrin, lätta industrin, medicinska industrin, maskinkonstruktionsindustrin, skogsindustrin, cellulosaindustrin, pappers- och träförädlingsindustrin.
2. Utforma och tillsammans med berörda verkställande federala organ säkerställa genomförandet av en enhetlig statlig vetenskaps- och teknikpolitik och innovationspolitik, lämna statligt stöd till vetenskaplig utveckling, leda den vetenskapliga och teknologiska verksamheten, fastställa prioriterade inriktningar för den tekniska och vetenskapliga utvecklingen samt lista kritiska teknologier på federal nivå.
3. Tillsammans med berörda verkställande federala organ föra en enhetlig statlig vetenskaps- och teknikpolitik för utveckling och reformering av försvarsindustrin.
4. Tillsammans med Energiministeriet genomföra en industripolitik, inriktad på utveckling av bränsle- och energikomplexet samt att delta i utarbetandet av federala program för bränsle- och energikomplexet.
5. Handlägga licensiering enligt fastställd ordning av olika verksamheter inom de industriella och vetenskapliga branscher som ligger inom ministeriets ansvarsområde.
6. Utarbeta och genomföra åtgärder för statens reglering av såväl tillskapandet och likvideringen av finansiella-industriella grupper (FIG ö.a.) som deras verksamhet och att enligt fastställd ordning föra det statliga registret över finansiella-industriella grupper.
7. Bereda förslag om att tilldela vetenskapliga organisationer status som federala vetenskapliga och högteknologiska centra, statliga vetenskapliga centra, federala vetenskaps- och produktionscentra och likaså om åtgärder för stöd till dessa centra.
8. Genomföra en investeringspolitik inom industri- och vetenskapsbranscherna, delta i beredning av förslag om förbättringar av den juridiska regleringen inom investeringsfären, fungera som huvudman för fördelning av federala budgetmedel och fungera som statlig beställare avseende byggnationer och anläggningar hörande till de industri- och vetenskapsbranscher som ligger inom ministeriets ansvarsområde.
9. Utarbeta och genomföra federala målprogram, inklusive statliga vetenskaps- och teknikprogram, och mellanstatliga målprogram i vilka Ryska Federationen deltar och som

²³⁶ Författarna riktar ett tack till Claes Unge vid Verket för innovationssystem (VINNOVA) som granskat texten i bilaga B.

²³⁷ Industri-, vetenskaps- och teknologiministeriets hemsida, Internet <http://www.minprom.ru/docs/pp515.htm>, hämtat 5 juni 2002.

ligger inom ministeriets ansvarsområde.

10. Deltaga i utformandet och realiserandet av statliga försvarsbeställningar.
11. Koordinera, planera och kontrollera de federala statliga unitära företagens *Rosvooruzhenie* och *Promeksport* och andra aktörers verksamhet i samband med militärtekniskt samarbete (med andra länder ö.a.).
12. Bereda förslag rörande internationella avtal avseende militärtekniskt och teknisk-vetenskapligt samarbete samt att enligt fastställd ordning lägga fram förslag om slutande samt genomförande av sådana avtal.
13. Handlägga export- och importlicenser inom området för militärtekniskt samarbete.
14. Forma de sammansatta volymerna av exportprodukter med militärt användningsområde och kontrollera att deras index uppfylls.
15. Registrera utrikeshandelskontrakten avseende produkter med militärt användningsområde och kontrollera att kontrakten fullgörs.
16. Fungera som statlig beställare vid export- och importtransaktioner i samband med militärtekniskt samarbete vars genomförande är en del av internationella förpliktelser.
17. Deltaga i utarbetandet och genomförandet av åtgärder för att skydda Ryska Federationens ekonomiska intressen och den inhemska producerande industrin samt den teknisk-vetenskapliga produktionen på den internationella och nationella marknaden samt att vidtaga mått för statligt exportstöd till konkurrenskraftiga produkter och deras lanserande utomlands.
18. Medverka i att skapa villkor för att göra industrin och den teknisk-vetenskapliga sfären attraktiv för utländska investeringar. Bereda förslag för att enligt fastställd ordning utforma en lista med prioriterade investeringsprojekt inom industrisektorn och den vetenskapliga sfären.
19. Enligt fastställd ordning deltaga i beredningen av förslag om utnämningar av statens företrädare inom styrelser och revisionskommissioner samt deras verksamhet hos aktiebolag inom de industri- och vetenskapsbranscher som befinner sig inom ministeriets ansvarsområde och vars aktier staten äger.
20. Enligt fastställd ordning fastställa stadgarna för de federala statliga unitära företagen som befinner sig inom ministeriets ansvarsområde och att med ledarna för dessa företag sluta och säga upp kontrakt.
21. Koordinera arbetet med att utplacera produktionsanläggningar, som tillhör ministeriets ansvarsområde, på Ryska Federationens territorium med beaktande av krav på industriell och ekologisk säkerhet.
22. Lämna statligt stöd till grundforskning som har nationell betydelse för prioriterade inriktningar av tillämpad forskning, utarbeta och genomföra program av grundforskning och experimentell forskning av interdepartemental karaktär, koordinera andra federala

verkställande organs verksamhet inom denna sfär och likaså Ryska vetenskapsakademiens och branschakademiernas verksamhet.

23. Utarbeta och genomföra interdepartementala program för informationsteknologi och att vidtaga åtgärder för utvecklingen av ett teknisk-vetenskapligt nätverk.
24. Organisera och tillsammans med berörda verkställande federala organ genomföra informations-och reklamkampanjer samt utställningar rörande de verksamheter som ligger inom ministeriets ansvarsområde.
25. Delta i utarbetande och genomförande av en statlig politik för att skapa och i produktion omsätta intellektuell egendom och andra teknisk-vetenskapliga resultat, delta i överförandet och användningen av teknologier samt att sprida internationella standarder och certifikat.

Bilaga C. Kritiska teknologier

Begreppet ”kritiska teknologier på rysk federal nivå” myntades 1996 av dåvarande Tjerno-myrdinregeringen.²³⁸ Två aspekter fokuserades därvid. Den första utgick från frågan ”I vilka avseenden måste det ske en utveckling i landet för att man med framgång skall kunna konkurrera med de utvecklade länderna?” I den andra har hänsyn tagits till rent ryska förhållanden. En lista publicerades med åtta prioriterade utvecklingsområden inom vetenskap och teknik.²³⁹ Dessa var:

- Grundläggande forskningsproblem
- Informationsteknologier och elektronik
- Produktionsteknologier
- Nya material och kemiska produkter
- Teknologier för levande system
- Transporter
- Bränsle och kraft
- Ekologi och rationellt utnyttjande av naturen

Listan med på federal nivå kritiska teknologier är som följer:

Inom området *informationsteknologier och elektronik*:

- Parallellarbetande multiprocessordatorer;
- Datorsystem baserade på neuronteknik, transputrar²⁴⁰ och optisk teknik;
- System för igenkänning och syntes av tal, text och bild;
- System för artificiell intelligens och virtuell verklighet;
- Informations- och telekommunikationssystem;
- System för matematisk modellering;
- Mikrosystem- och mikrosensorteknik;
- Superintegrerade kretsar och nanoelektronik;
- Opto- och audioelektronik;
- Kryoelektronik.

Inom området *produktionsteknologier*:

- Laserteknologier;
- Precisions- och mekanoelektroniska teknologier;
- Robottekniska system och mikromaskiner;
- Elektron-jon-plasmateknologier;
- Flexibla produktionssystem;
- Intelligent system för automatiserad projektering, produktion och styrning;

²³⁸ ”Novyje priority nauki i tekhniki” [Nya prioriteringar inom vetenskap och teknik], *Rossijskaja gazeta*, 8 augusti 1996.

²³⁹ Ibid.

²⁴⁰ En transputer är ett enda mycket kraftfullt chip som innehåller en 32-bitars mikroprocessor som arbetar med en hastighet av ca 10 MIPS. Transputrar kan kopplas samman för att stödja parallella beräkningar. De tål strålning och är bl.a. lämpliga för rymdtillämpningar. Transputern konstruerades i England i början av 1980-talet. I Väst tycks intresset för transputrar praktiskt taget ha upphört. I Ryssland försöker man tydligen vidareutveckla transputerteknologin.

- Teknologier för snabb bedömning och komplex utvinning av strategiskt viktig malmråvara (diamanter, guld, platina) och av teknogen råvara²⁴¹;
- Teknologier för långtgående förädling av malmråvara och teknogen råvara med utnyttjande av icke-traditionella metoder;
- Modulproduktionsteknologier för massframställning av kvalitetsmässigt förbättrade metallprodukter med nya egenskaper;

Inom området *nya material och kemiska produkter*:

- Material för mikro- och nanoelektronik;
- Kompositer;
- Polymerer;
- Keramiska material och nanokeramik;
- Material och legeringar med speciella egenskaper;
- Superhårda material;
- Biokompatibla (vävnadsvänliga) material;
- Katalysatorer;
- Membran;
- Utformning av kemiska produkter och material med skräddarsydda egenskaper.

Inom området *teknologier för levande system*:

- Cellens biopolymerer;
- Gendiagnostik och genterapi;
- Bioteknologier baserade på *bioengineering*;
- Teknologier för immunkorrigerings;
- Kemisk och biologisk syntes av läkemedel och födoämnen;
- Överlevnadssystem och skyddssystem för människor under extrema förhållanden;
- Äggvitepreparat och kompositer med förutbestämda egenskaper;
- Transgena former av växter och djur;
- Rekombinanta vacciner;
- Biologiska medel för att skydda och livnära växter och djur;
- Bioteknologiska processer för produktion och förädling av jordbruksråvara;
- Teknologier för lagring av livsmedel;
- Teknologier för artificiell odling av värdefulla akvakulturer;
- Teknologier för att garantera funktionella matprodukters ofarlighet.

Inom området *transport*:

- Flyg- och rymdteknik med utnyttjande av nya tekniska lösningar inklusive icke-traditionella komponeringsscheman;
- Transportmedel med alternativa drivmedel;
- Markbunden snabbtransport enligt nya trafikprinciper;
- Navigationssystem;
- System för ökad trafiksäkerhet.

²⁴¹ Teknogen råvara är råvara för att utveckla teknologi, t ex kisel för utveckling av mikroelektronikteknologi.

Inom området *bränsle och kraft*:

- Teknologier för studium av jordskorpan, prognostisering, sökning samt prospektering av brännbara mineral och uran;
- Teknologier för krossning av bergarter, framdrivning av gruvorter och borrhål efter olja och gas;
- Teknologier för att påverka olje- och gasskikt;
- Icke-traditionella teknologier för att utvinna och bearbeta fasta bränslen och uran;
- Teknologier för att utvinna kolväten från kontinentalsockeln;
- Teknologier för långtgående förädling av olja, kol och kondensat;
- Kärnkraft;
- Processer för att omvandla fasta bränslen till elektrisk energi och värmeenergi;
- Ång- och gasturbinprocesser för omvandling av naturgas till elektrisk energi och värmeenergi;
- Teknologier för upparbetning av kärnbränsle, slutbearbetning och slutförvaring av radioaktivt avfall;
- Teknologier för att utveckla icke-traditionella, förnyelsebara energikällor (sol, vind, biomas m fl) samt sekundära energiresurser;
- Teknologier för elektronisk energiöverföring;
- Rörtransporter av kolsuspensioner;
- Vätgaskraft;²⁴²
- Bränsleelement;
- Energibesparande teknologier för interbranschutnyttjande.

Inom området *ekologi och rationellt utnyttjande av naturen*:

- Teknologier för övervakning av den teknogeniska natursfären;²⁴³
- Teknologier för att prognosticera klimat-, ekosystems- och naturresursförändringar samt geologiska förändringar;
- Teknologier för att öka produkters, produktionens och anläggningars miljövänlighet;
- Teknologier för icke utarmande (förnyelsebar) naturresursanvändning;
- Teknologier för rehabilitering av naturmiljön från följderna av teknogenisk påverkan;²⁴⁴
- Teknologier för att minimera de ekologiska följderna av gränsöverskridande miljöpåverkan.²⁴⁵

En revisionsrapport från den ryska Revisionskammaren redovisar resultatet av den värdering av ovanstående kritiska teknologier som gjordes av Minnauka 1995-1996.²⁴⁶ Grupp I beteck-

²⁴² Ej att förväxla med fusionskraft.

²⁴³ Den ryska texten är något oklar. Två tolkningar synes kunna föreligga. Antingen avses övervakning för att se hur teknikutnyttjandet påverkar naturen. En andra möjlighet är övervakning av den del av natur som kan utvinna och omsättas i teknik/teknologi. Den första tolkningen är dock sannolikare än den andra.

²⁴⁴ Sannolikt avses med teknogenisk påverkan de ekologiska följderna av teknikutnyttjande och exploatering av naturen.

²⁴⁵ Med gränsöverskridande miljöpåverkan avses sannolikt sådan påverkan där utsläppskällan ger upphov till miljöeffekter på annan stats territorium (t.ex. kolutsläpp från höga skorstenar). Även om det är mindre sannolikt skulle det kunna betyda sådan påverkan som överskrider gränsen där miljöpåverkan blir irreversibel.

nar teknologier där den ryska vetenskaps- och tekniknivån närmar sig världsnivå. Grupp II betecknar utveckling där den ryska vetenskaps- och tekniknivån kan bedömas vara tillfredsställande och ha kapacitet att nå världsnivå inom 5-7 år, Grupp III betecknar en teknologier där den teknologiska eftersläpningen redan passerat en kritisk nivå.

Informationsteknologi och elektronik

- I System för igenkänning och syntes av tal, text och bild
System för artificiell intelligens och virtuell verklighet
- II Parallellarbetande multiprocessordatorer
Mikrosystem- och mikrosensorteknik
- III Datorsystem baserade på neuronteknik, transputers²⁴⁷ och optisk teknik
Informations- och telekommunikationssystem
System för matematisk modellering
Superintegrerade kretsar och nanoelektronik
Opto- och audioelektronik
Kryoelektronik

Produktionsteknologi

- I Elektron-jon-plasmateknologier
- II Flexibla produktionssystem
Laserteknologier
- III Precisionsteknologier och mekanoelektroniska (mekatroniska) teknologier
Robottekniska system och mikromaskiner
Intelligenta system för automatiserad projektering, produktion och styrning
Teknologier för snabb värdering och komplex applikation av strategiskt viktig malmråvara (diamanter, guld, platina) och av teknogen råvara
Teknologier för långtgående förädling av malmråvara och teknogen råvara med hjälp av icke-traditionella metoder
Modulproduktionsteknologier för massframställning av kvalitetsmässigt förbättrade metallprodukter med nya egenskaper

Nya material och kemiska produkter

- I Keramiska material och nanokeramik
Superhårda material

²⁴⁶ Resultatredovisning från utvärderingen av tillståndet i de vetenskapliga organisationerna och effektiviteten i utnyttjandet av deras potential, samt av hur utvecklingen av basteknologier och unik produktion i Ryska federationen säkerställs, Stjotnaja Palata Rossijskoj Federatsii, (ej daterad, men sannolikt från 1999), bilaga 1.

²⁴⁷ Transputers är speciella processorer, som hopkopplade stöder parallella beräkningar. De tål strålning och är bl a lämpliga för rymdtillämpningar. Transputern konstruerades i England i början av 1980-talet. I Väst tycks intresset för transputers praktiskt taget ha upphört. I Ryssland försöker man tydligen vidareutveckla transputer-teknologin.

Biokompatibla (vävnadsvänliga) material
Katalysatorer
Membran

- II Utformning av kemiska produkter och material med skräddarsydda egenskaper
 - Material för mikro- och nanoelektronik
 - Polymerer
 - Material och legeringar med speciella egenskaper
- III Kompositer

Levande systems teknologier

- I Bioteknologier baserade på *bioengineering*
 - Teknologier för immunokorrigerering
 - Överlevnadssystem och skyddssystem för människor under extrema förhållanden
 - Äggvitepreparat och kompositer med skräddarsydda funktionella egenskaper
 - Rekombinanta vacciner
- II Cellens biopolymerer
 - Gendiagnostik och genterapi
 - Transgena former av växter och djur
- III Bioteknologiska processer för produktion och förädling av jordbruksråvara
 - Kemisk och biologisk syntes av läkemedel och födoämnen
 - Teknologier för lagring av livsmedel
 - Teknologier för artificiell odling av värdefulla akvakulturer
 - Teknologier för att garantera funktionella matprodukters ofarlighet

Transport

- I Flyg- och rymdteknik med utnyttjande av nya tekniska lösningar inklusive icke-traditionella komponeringsscheman
- II Transportmedel med alternativa drivmedel
 - Navigeringssystem
- III Markbunden snabbtransport enligt nya förflyttningsprinciper²⁴⁸
 - System för ökad trafiksäkerhet

Bränsle och energi

- I Kärnkraft
- II Teknologier för studium av jordskorpan, prognostisering, sökning samt prospektering av brännbara mineral och uran

²⁴⁸ Sannolikt avses här nya principer för förflyttning/framdrivning (t.ex. magnetupphängda tåg). Dock skulle det också kunna betyda nya trafikprinciper, dvs. hur transporterna leds/dirigeras.

Teknologier för påverka olje- och gasskikt
Teknologier för långtgående bearbetning av olja, gas och kondensat
Teknologier för upparbetning av kärnbränsle, slutbearbetning och slutförvaring av radioaktivt avfall
Rörtransporter av kolsuspensioner
Vätgaskraft
Bränsleelement

- III Energibesparande teknologier för interbranschutnyttjande
Teknologier för finfördelning av bergarter, för framdrivning av orter (schakt) för gruvproduktion och för olje- och gasbörning
Icke-traditionella teknologier för att utvinna och bearbeta fasta bränslen och uran
Teknologier för att utvinna kolväten ur kontinentalsockeln
Processer för att omvandla fasta bränslen till elektrisk energi och värmeenergi
Ång- och gasturbinprocesser för omvandling av naturgas till elektrisk energi och värmeenergi
Teknologier för att utveckla icke-traditionella, förnyelsebara energikällor (sol, vind, biomassa m fl) samt sekundära energiresurser
Teknologi för elektronisk energiöverföring

Ekologi och rationell användning av naturen

- I Teknologier för övervakning av den teknogeniska natursfären
Teknologier för att prognosticera klimat-, ekosystems- och naturresursförändringar samt geologiska förändringar
- II Teknologier för att öka produkters, produktionens och anläggningars miljövänlighet
Teknologier för rehabilitering av naturmiljön från följderna av teknogenisk påverkan
- III Teknologier för icke utarmande (förnyelsebar) naturresursanvändning
Teknologier för att minimera ekologiska konsekvenser av gränsöverskridande påverkan

1998 gjorde vetenskapsministeriet (Minnauka) en utvärdering av tillståndet och framtidsutsikterna för utvecklingen av kritiska teknologier på federal nivå. Utvärderingen resulterade i bedömningen att nivån inom fyra prioriterade huvudområden var tillfredsställande. Dessa områden var informationsteknologi och elektronik, produktionsteknologier, nya material och kemiska produkter samt bränsle och energi. Inom dessa områden valdes femton kritiska teknologier ut: 1) kärnkraft (fissionskraft), 2) vätgaskraft, 3) katalysatorer, 4) kompositmaterial, 5) laserteknologier, 6) paralleldatorstrukturer med datorer med multipla processorer, 7) icke-traditionella teknologier för att processa fasta bränslen och uran, 8) polymerer, 9) system för matematisk modellering, 10) system för igenkänning och syntes av tal, text, och bild, 11) teknologier för långtgående förädling av malmråvara och teknogen råvara med icke-traditionella metoder, 12) teknologier för att studera jordskorpan, prognosticera och prospektera mineral- och uranfyndigheter, 13) teknologier för övervakning av den teknogeniska natursfären, 14) teknologier för upparbetning av kärnbränsle, slutbearbetning och slutförvaring av radioaktivt avfall samt 15) elektron-jon-plasmateknologier.²⁴⁹

²⁴⁹ Vladimir Bulgak, "Stsenarij dlja..." [Scenario för ryska arkimeder], *Nezavisimaja gazeta*, 17 mars 1999, s 11 (s. 3 i bilagan *Nauka*).

Samtidigt specificerades, med hänsyn tagen till landets ekonomiska realitet, sju strategiskt viktiga teknologier. Dessa skall vara av vikt för den sociala-ekonomiska, industriella och teknisk-vetenskapliga utvecklingen och syfta till att säkerställa stora framsteg i den teknologiska omvandlingen av den inhemska produktionen, en ökning av de ryska företags konkurrenskraft såväl nationellt som internationellt samt för att lösa brännande sociala problem.

Dessa strategiska/kritiska teknologier är: Teknologier relaterade till byggbranschen: uppvärmning av lägenheter, "folkhemsbostäder" (dvs. bostäder tillgängliga för den stora massan av medborgare), nya uppvärmningssystem; Petrokemiska teknologier: högoktanig bensin av olika typer; Biomedicinska teknologier: medicinsk radiodiagnostik, vitaminer och biologiska tillsatssämnen, förutspå och hindra katastrofer.²⁵⁰

²⁵⁰ Ibid. och samtal med prof. Julian Cooper i juni 2001.

Bilaga D. Internationellt stöd till rysk FoU

Denna bilaga återges med benäget bifall från *Carnegie Endowment for International Peace* i sin helhet. Den är tagen från Carnegies Working Papers nr 10 "Russian Basic Science After Ten Years of Transition and Foreign Support" skriven av Irina Dezhina och Loren Graham.²⁵¹

There are many organizations in different countries financing Russian science through grants, contracts, and agreements. Some are governmental, some commercial, some philanthropic, some strictly academic. We list only those organizations known to us, which have created special philanthropic ongoing programs for science in Russia or the former Soviet Union. For a list of many others, see the Internet site <http://courier.com.ru/pril/sprav/0.htm>.

Name of Foundation or Program	Type of Activity	Special Considerations/ Priority Areas	Notes
I. SUPPORT OF RESEARCH PROJECTS IN THE HOME COUNTRY OR ABROAD			
International Research and Exchanges Board (IREX), American Council of Teachers of Russian (ACTR), Kennan Institute for Advanced Russian Studies	Regional science exchange programs in the social sciences and humanities. Grants for fellowships in the United States for 4–6 months.	Researchers from the regions.	Gradual refocusing toward support of political scientists or those with business administration and management specialties.
Fulbright program	Program started in 1992. It provides fellowships for 3–8 months to conduct research or lecturing in the United States in the areas of social sciences and humanities. There are 30–45 awards annually, and during 1992–2000, 483 Russian scholars visited the United States.	In May 2001 a new program for Russian graduate students (up to 30 years old) in arts, humanities, and social sciences was announced. Ten awards will be made for a period of two years each.	
German Academic Exchange Service (DAAD)	Individual grants to FSU university researchers in all areas of natural, social sciences, and humanities to conduct projects in Germany. Duration of fellowships: from three months to one year. Average stipend size: 1,500 DM per month for fellowships of up to one year; 3,500 DM per month for short-term (up to three months) fellowships.	Special focus on German studies and support of young researchers and students (up to 33 years old).	
The British Council	One of its programs promotes linkages between FSU higher education organizations and British universities with the purpose of further joint research projects. Areas of support: economics, small business development, agricultural research, and food production research. Maximum grant size: 20,000 pounds.		Program is administered together with the Know How Fund.

²⁵¹ Internet <http://www.ceip.org/files/publications/publicationsmain.asp>, hämtat 1 juli 2002.

Name of Foundation or Program	Type of Activity	Special Considerations/ Priority Areas	Notes
The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, Program on Global Security and Sustainability, Initiative in the Independent States of the FSU	Moscow office opened in 1992. Foundation awards grants to individuals and special projects. About 100 individual grants awarded annually to conduct research in Russia for up to 18 months. Average annual grant distribution in FSU: \$5 million.	Grants awarded in four targeted areas: human rights, environment and society, law, peace and security.	Foundation also supports creation of Education and Research Centers in Russian universities (see below BRHE program under CRDF).
Spencer Foundation	Program started in Russia in fall 1999. Distributes individual grants to young researchers and graduate students to conduct research in Russia in the field of education.	Young researchers and graduate students.	Program is managed through European University in St. Petersburg.
Moscow Public Science Foundation (MPSF) supported by the Ford Foundation	Program started in 1993. Russian Social Sciences: New Perspectives Program makes individual grants to researchers in social sciences and history to conduct research in Russia. During 1993–1999, awarded over 400 grants to researchers.	Young researchers, women, researchers from regions.	
Research Support Scheme (RSS) of the Open Society Institute (OSI)	Awards grants for up to two years to conduct research in Russia in the areas of social sciences and humanities. Since 1991, disbursed more than \$18 million.		In November 1999 OSI board decided to discontinue RSS, with the last call for competition in 2000. Funds will be redirected toward institutional development—in particular to support Russian regional universities in the area of social sciences and humanities.
International Association for the Promotion of Cooperation with Scientists from the Commonwealth of Independent States and the Former Soviet Union (INTAS)	Association started in June 1993. It supports joint research projects with at least two European partners to conduct research in the home country for up to three years. Program supported 23,000 individual scientists from the newly independent states who have been involved in 2,652 INTAS projects, with 90% of awards in natural sciences and engineering and 10% in social sciences and humanities. Grant size varies from 60,000 to 150,000 Euro depending on the area. For 2000 and 2001 calls, total budget was 30 million Euro.	Since 1999 special consideration is given to projects with young researchers.	In 2000 a New Young Scientists Program was announced with the budget 1 million Euro. Four types of fellowships are suggested, and grants range between 3,500 and 6,000 Euro per year.

Name of Foundation or Program	Type of Activity	Special Considerations/ Priority Areas	Notes
The Netherlands Organization for Scientific Research (NWO)	The Dutch Russian Cooperation program started in 1992 and is administered by the NWO in cooperation with the Russian Foundation for Basic Research. Since its inception, a total amount of \$20 million was distributed for implementation of 250 projects. A total of 2,500 were supported.		On average, 10%–15% of the total resources were allocated to young scientists (younger than 35 years old).
Wellcome Trust	Program started in 1993. It provides collaborative research grants in Russia and the Ukraine in both basic and applied fields. Since 1993, it has supported 83 researchers who participated in 36 projects, with grants totaling about \$3.9 million.		
U.S. National Science Foundation (NSF)	Cooperative Research Program with the Newly Independent States started in 1992. Since then, it has awarded 800 research grants and supported 2,000 Russian scientists engaged in basic research, with total program expenditures of \$15 million.		
Civilian Research and Development Foundation for the Independent States of the Former Soviet Union (CRDF), Cooperative Grants Program	Supports joint FSU-U.S. research projects for up to two years. In 1995–1997, program made 281 awards, with average grant size varying from \$30,000 to \$70,000 depending on the field of science.	Special attention is given to young researchers and women as well as to projects from regions and universities.	
Howard Hughes Medical Institute	Makes five-year grants to Russian researchers in biomedical area, with grant size varying from \$40,000 to \$90,000 annually. Awarded a total of 34 grants in Russia, 30 of them to grantees in Moscow institutions.		
Fogarty International Center of the National Institutes of Health (NIH)	Fogarty International Research Collaborative Awards for FSU health scientists started in 1992. They provide two-year awards (\$30,000 per year) to U.S. investigators. All awards are to be spent in the FSU on salaries, supplies, and similar items, with the number of awards each year totaling 35.	FSU researchers in the area of health.	Program provides about \$900,500 annually to FSU researchers.

Name of Foundation or Program	Type of Activity	Special Considerations/ Priority Areas	Notes
The International Science and Technology Center (ISTC)	Organization started in 1994. It promotes the nonproliferation of weapons technology of mass destruction by funding research projects (including joint ones) in the areas of physics, environment, biomedical research, energy, and others for up to three years. Average grant size: \$400,000. As of end of April 2001, the ISTC gave 1,250 awards totaling \$335 million.	Former weapons scientists.	
II. TRAVEL GRANTS			
INTAS	Started in 1999 to make travel grants to young (up to 35 years old) researchers to participate in conferences. It also includes fellowships of up to three months for young researchers to conduct their projects abroad.	Young researchers.	
Cooperation in Basic Science and Engineering (COBASE)	NSF-supported program administered by NAS. Supports 2- to 8-week visits of FSU scholars to their U.S. colleagues to develop joint proposals for NSF.	Young researchers and researchers from regions.	Before 2000 COBASE also provided fellowships of up to 6 months for Russian researchers to conduct joint research in the United States with their U.S. colleagues.
CRDF	Program started on June 1, 1999. Provides travel grants for FSU researchers working in commercially oriented research and development areas		
III. PROMOTION OF INTERDEPENDENCE BETWEEN RESEARCH AND EDUCATION IN UNIVERSITIES/ INSTITUTIONAL SUPPORT			
International Soros Science Education program (ISSEP)	Program started in 1994. Among different initiatives, it provides individual support to professors and assistant professors in the fields of the natural sciences who combine lecturing with research in Russian higher educational institutions. During 1995–2000 awards were made to 1,972 Soros professors and 1,851 Soros assistant professors. During 1994–2000, total amount spent for all ISSEP programs was \$109.5 million (in Russia, \$101.75 million), with the number of ISSEP grantees (researchers, students, graduate students, teachers) totaling 30,000.	There are no specific priorities, and selection is made on the basis of two major criteria: science citation index and quality of lecturing as evaluated by students.	Starting in 2000, George Soros covers only administrative costs and grants to professors emeritus (about 200 grants of \$200 per month per grantee). Grants to professors and assistant professors are paid in those regions where local authorities are willing to provide support.

Name of Foundation or Program	Type of Activity	Special Considerations/ Priority Areas	Notes
International Center for Advanced Studies (INCAS) in Nyzhny Novgorod supported by OSI	Initiative started in 1995. It provides grants of up to 6 months for joint research and educational projects with foreign partners. Research programs include an educational component: each foreign participant gives a lecture course or conducts special seminars for students in the region. Support for the center comes from three sources: OSI (50% of total financing), local sources, and the Ministry of Science and Technologies of the Russian Federation.	Each project should involve young researchers and students.	Support in the field of natural sciences, economics, and, since 1999, humanities. In 2000 OSI decreased its support for INCAS, and prospects for future funding are not clear.
CRDF, the Program for Basic Research and Higher Education in Russia (BRHE)	Makes institutional awards for establishing Education and Research Centers (ERCs) in selected departments of Russian higher educational institutions in the fields of natural sciences. An important component of the program is support of young researchers and students. Awards are about \$1 million for a three-year period and may be spent for purchase of equipment, supplies, individual financial support, travel, and conference participation. Currently eight awards have been made, and four new ERCs were to be selected in November 2001.	Young researchers and students: not less than 10% of each ERC's budget must be spent supporting youth.	Half of the total financing is provided by the MacArthur Foundation and Carnegie Corporation of New York through the CRDF, 25% by the Ministry of Education of the Russian Federation, and 25% by local Russian sources.
OSI, Program to Support Basic Departments (kafedry) in Russian Higher Educational Regional Institutions	Program started in 1999 with seven pilot projects, \$120,000 each. Makes institutional awards in the fields of social sciences and humanities to kafedry. In 2000-2001, it made 20-25 awards per year. Grants may be spent for individual financial support, travel, and conference participation. Complementary support is also provided for collaborative projects with other institutions.	Special emphasis is on young researchers (up to 35 years old) and students, who must comprise at least 50% of project participants.	
Moscow Public Science Foundation (MPSF)	Program initiated in April 2000 by the Carnegie Corporation of New York, which proposes to extend its financial support of the program for the next six to eight years. Its goal is to establish Centers for Advanced Study and Education (CASE) in the social sciences and humanities in Russian regional universities. To date, three CASEs have been created, and five more will be established in the near future. Each CASE received a \$224,000 award for a period of 1.5 years.	Young researchers.	Program is implemented by the Moscow Public Science Foundation, the Ministry of Education of the Russian Federation, the Kennan Institute for Advanced Russian Studies (United States), with financial support from the Carnegie Corporation of New York and the John D. and Catherine T. MacArthur Foundation.

Name of Foundation or Program	Type of Activity	Special Considerations/ Priority Areas	Notes
IV. ASSISTANCE AND TRAINING IN TECHNOLOGY COMMERCIALIZATION AREA			
INCO-COPERNICUS	Program of European Union, started in 1994. It supports joint applied projects in selected areas with three to six European partners from at least three countries for up to three years. One of the partners should be a small- or medium- business representative. Project should have clear prospects for further commercialization of results. Average grant size is 25,000–28,000 Euro. In all, program authorized more than 300 contracts for about 20 million Euro for nearly 250 institutions in the newly independent states. Budget for 1999–2002 is 28 million Euro.	The projects started in 1999. Proposals must fall into one of three priority areas: health care matters, environmental problems, and production technologies.	Representatives from the newly independent states may participate on a shared-costs basis. In addition, since 1999 training and conference support is available for program participants.
CRDF, Next Steps to the Market Program	CRDF co-shares with American for-profit companies joint projects with FSU partners that may lead to technology commercialization. Program aims to facilitate commercial utilization of research results in the interest of all parties involved. The CRDF's investment in each project typically averages \$75,000 for a period of up to two years. The level of CRDF cost share depends on the company size.		Grants may be used for individual financial support, equipment and supplies, and travel as well as for various business development activities, including training in technology commercialization, management, and intellectual property issues.
Technical Assistance for the Commonwealth of Independent States (TACIS), Innovation Centers and Science Cities of Russia Program	Project started in 1999 and will continue for two years. Program supports innovation-technology centers in four Russian regions, mostly by providing consulting and training services.		
United Nations Industrial Development Organization, Commercialization of R&D Program	Project started in 1999 and will continue for two years. Program provides consulting and training services for researchers and administrators.		
Fraunhofer Management Gesellschaft mbH	Moscow office opened in 2000 to promote technology commercialization of FSU research and development results in the West and to assist in searching for Western partners.		

