

Tunel na konci světla: Budoucnost amerického polovodičového průmyslu

issues.org/van_atta

April 1, 2012



sv. XXVIII, č. 3, jaro 2012

Autor: Marko MG Slusarczyk , Richard Van Atta

Federální intervence zachránila americký průmysl v 80. letech. V některých ohledech je teď situace horší, ale zatím se o tom málo mluvilo, nemluvě o akci.



Dnes, stejně jako před 25 lety, se zdá, že vedoucí postavení USA v polovodičovém průmyslu je v ohrožení, se stále silnější konkurencí společností v Evropě a Asii, které jsou často dotovány národními vládami. Před 25 lety Spojené státy rázně zareagovaly na japonskou výzvu svému vedení. Americký průmysl přesvědčil vládu, převážně z důvodů národní bezpečnosti, aby provedla investice, které pomohly zachovat a udržet vedoucí postavení USA. Hlavním mechanismem tohoto obratu bylo bezprecedentní průmyslové/vládní konsorcium s názvem SEMATECH, které dnes dosáhlo téměř mýtického postavení.

Svět se však za posledních 25 let změnil. Dnes se průmysl nedožaduje vládní pomoci. Zdá se, že ve více globalizované ekonomice se společnosti více zajímají o svou celkovou mezinárodní pozici, než o relativní sílu segmentu se sídlem v USA. Navíc Spojené státy nadále vedou svět v oblasti výzkumu a vývoje polodirigentů. Společnosti mohou využívat průlomové poznatky získané z tohoto výzkumu k vývoji a výrobě nových produktů kdekoli na světě.

Ve skutečnosti se zdá stále pravděpodobnější, že většina výroby polovodičů již nebude probíhat ve Spojených státech. Ale pokud tomu tak je, jaké to bude mít důsledky pro americkou ekonomiku? Nejsou obavy o národní bezpečnost, které podnítily vytvoření SEMATECH, nadále relevantní? Bohužel, dnešní politici se na tyto otázky ani nezaměřují. Měli by být.

Domníváme se, že konec výroby špičkových polovodičů ve Spojených státech by mohl mít významné důsledky a že může být nezbytné zapojení vlády, které přesahuje financování výzkumu a vývoje. Americká vláda se však tradičně staví proti politikám podporujícím komercializaci a současná ideologická struktura Kongresu diktuje proti všemu, co zavání průmyslovou politikou.

Ale za předpokladu, že je zapotřebí další vládní pomoc a že Kongres je dokonce ochoten ji poskytnout, jakou formu by měla mít? Při zvažování této otázky jsme se rozhodli přezkoumat zkušenosti SEMATECH. Došli jsme k závěru, že SEMATECH splnil cíle

amerických polovodičových společností, které jej založily, ale byl pouze částečnou odpovědí na udržení vedoucího postavení USA v této kritické technologii. Navíc, jako konsorcium, které během deseti let získalo polovinu svých finančních prostředků od amerického ministerstva obrany (DOD) na základě zdůvodnění podpory národní bezpečnosti, zkušenost SEMATECH vyvolává některé neřešené politické otázky, stejně jako otázky, jak by vláda měla přistupovat k nepříjemným problémům. o budoucím technologickém vedení.

Počátky SEMATECH

Koncem 70. let americké polovodičové firmy dospěly k závěru, že společně mají problém s konkurenceschopností. Japonské společnosti se agresivně zaměřovaly na obchod s dynamickou pamětí s náhodným přístupem (DRAM). Americké společnosti věřily, že japonské firmy si nespravedlivě konkurují, k čemuž jim pomáhají různé vládní programy a dotace. Tvrdili, že tato ujednání umožnila japonským firmám vyvíjet a vyrábět DRAM a poté je uvádět na trh za ceny nižší, než jsou náklady. Zpočátku americký průmysl reagoval vytvořením Semiconductor Industry Association jako fóra pro řešení klíčových konkurenčních problémů.

V roce 1987 vydala pracovní skupina Defence Science Board (DSB) zprávu, která vyjadřuje rostoucí obavy o konkurenceschopnost amerického průmyslu integrovaných obvodů (IC). Studie DSB líčila výrobu polovodičů jako problém národní bezpečnosti a tvrdila, že by se jí měla zabývat vláda. Klíčovým doporučením bylo vytvoření entity, která se stala SEMATECH.

Reaganova administrativa se zpočátku postavila proti průmyslovému/vládnímu konsorciu a považovala to za nevhodnou průmyslovou politiku. Ale Kongres, znepokojený tím, co považoval za skutečnou perspektivu, že Spojené státy postoupí průmysl výroby IC Japonsku, schválil návrh zákona o vytvoření SEMATECH a prezident Reagan jej podepsal do zákona.

Od začátku panovaly určité obavy ohledně SEMATECH. Jedním z nich byla povaha samotného konsorcia, což je v podstatě klub s členy, kteří platí za vstup. SEMATECH tvořilo asi 80 % předních amerických výrobců polovodičových čipů. Některé společnosti se však z různých důvodů odmítly připojit a kritizovaly SEMATECH ze dvou důvodů. Za prvé, SEMATECH byl kritizován za to, že se soustředil na mainstreamovou technologii, a tak definoval další generaci technologie založenou na omezeném pohledu na svět. SEMATECH se rozhodl zaměřit na křemíkové komplementární kovy-oxid-polovodičové (CMOS) integrované obvody. Tato technologie je základem pro paměti a další velkoobjemová zařízení, která byla cílem japonských konkurentů. Cypress Semiconductor, hlavní kritik, který vyráběl integrované obvody specifické pro aplikace (ASIC), věřil, že SEMATECH podporuje stávající technologie masového trhu, nikoli technologie specializovanějších výrobců. Za druhé, společnosti, které odmítly účast v konsorciu, tvrdily, že protože SEMATECH získal polovinu svých finančních prostředků od federální vlády, výsledky jeho úsilí by měly být stejně dostupné všem. SEMATECH však neústupně trval na svém názoru, že přednostní výhody by měli využívat pouze ti, kteří zaplatili svůj spravedlivý podíl.

Další obavou ohledně vytvoření SEMATECH byla omezená role udělená DOD navzdory zdůvodnění národní bezpečnosti pro SEMATECH a skutečnosti, že DOD poskytne 50% financování konsorcia. V zmocňující legislativě pro SEMATECH Kongres zajistil, že DOD bude mít malý přímý vstup do plánování projektů a činností organizace. Kongres v návaznosti na stanovisko komerčních účastníků SEMATECH jednoduše dospěl k závěru, že průmysl ví nejlépe, co a jak má dělat.

Ale od začátku bylo jasné, že zájmy vlády, a zejména DOD, nejsou stejné jako zájmy komerčního průmyslu IC. To je jasně uvedeno ve studii Institutu pro obranné analýzy (IDA) provedené pro DOD o technologických oblastech, které vyžadují pozornost z hlediska obrany. Jednou zdůrazněnou oblastí byla technologie ASIC, protože

DOD potřebuje cenově dostupné, maloobjemové speciální integrované obvody. Přestože technologie ASIC měla velký komerční potenciál, bylo nepravděpodobné, že by SEMATECH tuto technologii uplatňoval kvůli svému obchodnímu modelu.

Studie IDA také zdůraznila potřebu investovat do výrobních nástrojů, zejména litografické technologie, pro budoucí generace integrovaných obvodů. Přestože průmysloví účastníci SEMATECHu nenamítali proti vládním investicím do pokročilé litografie, viděli tento typ úsilí jako oddělený od SEMATECH. To však vyvolalo obavy z toho, jak by se dlouhodobý výzkum a vývoj litografie sponzorovaný DOD integroval s krátkodobým zaměřením SEMATECH na vývoj technologie pro zlepšení výtěžků zpracování.

Třetí zdůrazněnou oblastí byla potřeba vyvinout nekřemíkovou technologii IC, zejména technologii založenou na materiálech, jako je arsenid galia. Tyto technologie jsou zvláště důležité pro obranné aplikace, které vyžadují vysokorychlostní zpracování signálu a měly z pohledu některých velký komerční potenciál. Technologie IC arsenidu galia se skutečně stala klíčovou technologií pro mobilní telefony.

Již brzy tedy bylo jasné, že SEMATECH se svou úzkou agendou a zaměřením na přežití svých členských společností nemůže z pohledu DOD dostatečně posloužit národním bezpečnostním zájmům ve vývoji IC. DOD potřebovalo vyvinout nové typy zařízení pro budoucí schopnosti, procesy potřebné k jejich výrobě a americkou průmyslovou základnu s výhodou prvního tahu, aby DOD mohlo sklízet strategické a taktické výhody vyplývající z vývoje nových technologií. . Někteří považovali výrobu těchto dalších zařízení za životně důležitou pro národní bezpečnost, možná ještě více než standardní komerční CMOS IC zdůrazňované společností SEMATECH.

Tato dlouhodobější perspektiva vedla DOD ke sponzorování výzkumu v oblastech, na které SEMATECH nekladal důraz, včetně programu Very High Speed IC, který se soustředil na integrované obvody analogově-digitálních převodníků. Nejednalo se o standardní integrované obvody CMOS a vyžadovaly různé výrobní procesy. DOD také financoval výzkum integrovaných obvodů, které nejsou na bázi křemíku, zejména těch, které používají arsenid galia, prostřednictvím programu Monolithic Microwave IC. Program Very Large Scale Integration (VLSI) v rámci Agentury pro obranné pokročilé výzkumné projekty (DARPA) navíc podporoval výzkum pokročilé architektury IC, návrhových nástrojů a výrobních nástrojů, zejména litografie.

Rozdílné zájmy

Rozdílné zájmy vlády a SEMATECH se dostaly do popředí v 90. letech v otázce litografické technologie. Nástroje pro litografické zpracování vytvářejí složité vzory návrhu obvodů na polovodičových destičkách. Jejich neustálé vylepšování umožnilo výrobcům integrovaných obvodů zmenšit velikost funkcí a zabalit stále rostoucí počet tranzistorů a funkcí do jediného čipu.

Litografické nástroje jsou extrémně složité a stále dražší. Současné špičkové nástroje stojí více než 50 milionů USD a náklady na nástroje nové generace se odhadují na téměř 125 milionů USD. Výrobci však mohou vyrobit pouze jeden nebo dva špičkové nástroje za měsíc. Nejvyšší ziskové marže pro IC produkty přicházejí okamžitě poté, co dojde k pokroku v litografické technologii. Jakmile se vylepšené litografické nástroje stanou široce dostupnými, IC, které produkují, se stanou komoditními položkami s tenkými okraji. Pořadí, ve kterém výrobci integrovaných obvodů získávají přístup k nejpokročilejším nástrojům, je tedy důležitou součástí jejich ziskovosti. Dodavatelé nástrojů toho využívají jako páku k odměňování svých největších a nejvěrnějších zákazníků.

DOD prostřednictvím DARPA a průmysl prostřednictvím SEMATECH podpořily vývoj pokročilých litografických nástrojů dvěma americkými dodavateli: GCA a PerkinElmer (později Silicon Valley Group nebo SVG). Tyto společnosti kdysi ovládaly globální litografický trh, ale byly vytlačeny japonskými firmami Nikon a Canon. Díky federálnímu a dalšímu externímu financování se nástroje vyvinuté v USA staly konkurenceschopnými s nástroji nabízenými společnostmi Nikon a Canon. DOD chtěl, aby americké IC firmy nakupovaly a používaly americké nástroje, a tím podpořily americkou polovodičovou infrastrukturu. Přední americké firmy IC se však zdráhaly a stále jasněji dávaly najevo, že chtějí, aby technologie vyvinutá v USA byla dostupná jejich japonským dodavatelům litografických nástrojů. V podstatě klíčové USA

To vykrytalizovalo odlišné zájmy DOD a některých velkých amerických IC firem. Někteří v DOD viděli to v zájmu národa pro komerční a obranné účely mít litografické technologie založené na USA. Vedoucí představitelé tohoto odvětví na druhé straně zdůraznili obchodní obavy ohledně schopnosti amerických litografických firem škálovat výrobu a dodávat a podporovat nástroje. Navíc, protože navázali speciální vztahy se společnostmi Nikon nebo Canon, měli dobrý včasný přístup ke klíčovým nástrojům, což jim poskytlo konkurenční výhodu.

Z hlediska vlády to vyvolalo následující otázku: Proč společnosti povzbuzovaly vládu k financování těchto amerických nástrojů, pokud je nehodlaly kupovat? Členové SEMATECH zaplatili část vývoje nástroje, což jim dalo předkupní právo, ale žádnou povinnost k nákupu. Americké litografické firmy by však nepřežily, pokud by jejich nástroje nekoupily velké americké společnosti.

Když američtí výrobci litografických nástrojů ztroskotali, americká vláda nyní stála před otázkou, co, pokud vůbec něco, může udělat se zbytky amerického průmyslu. Se souhlasem vlády získala SVG v roce 1990 litografickou firmu PerkinElmer a vytvořila Silicon Valley Group Lithography (SVGL). Společnost SVGL pokračovala ve vývoji

průlomové technologie Step-and-scan společnosti Perkin Elmer, ale stále se snažila přilákat zákaznickou základnu. V roce 1993 jednala s Canonem o sdílení základní technologie, ale vláda USA se proti takovému převodu postavila. V roce 2000 ASML, nizozemská litografická společnost, společný podnik Phillips a ASM, oznámila svůj záměr získat SVGL za 1,6 miliardy dolarů. Po počáteční námitce ze strany US Business and Industry Council dokončila ASML akvizici SVGL v roce 2001,

ASML se silnou podporou Evropské unie (EU), průmyslovou spoluprací prostřednictvím belgického Meziuniverzitního mikroelektronického centra (IMEC) a technologií, kterou získal od SVGL, vytvořil silnou zákaznickou základnu mezi výrobci integrovaných obvodů v Evropě, stejně jako ty, které se objevují v Koreji a na Tchaj-wanu, které nemohly získat včasný přístup ke špičkovým nástrojům od dominantních japonských poskytovatelů. Řešením tohoto nedostatečně obsluhovaného trhu se ASML v roce 2002 stala globálním lídrem s 45% podílem na trhu. Prostřednictvím řady technických inovací, které vyřešily velké problémy výrobců integrovaných obvodů, vzrostl v roce 2011 na 70% podíl na trhu. Canon mezitím ztratil většinu svého podnikání.

Je tedy sporné, že průmyslová politika USA v 80. a 90. letech byla ve spojení s evropskou průmyslovou politikou úspěšná. Technologie financovaná vládou USA pomohla vytvořit vysoce schopného litografického konkurenta, který nabídl alternativního dodavatele tehdejšími dominantními japonským vůdci, čímž se snížily vyhlídky na nepřijatelnou koncentraci kritického výrobního nástroje. Nicméně firma, která úspěšně implementovala tuto technologii, byla nizozemská firma, která také získala silnou podporu evropských firem a technologických politik a programů.

Následně se koncem 90. let objevil další problém mezi americkou vládou a americkými IC firmami ohledně litografie. Po celá léta se výrobci integrovaných obvodů obávali, že optická litografie dosáhne svých technologických limitů a průmysl již nebude schopen nadále

zmenšovat funkce na čípech integrovaných obvodů. Jedno slibné, i když extrémně náročné řešení spočívalo ve vývoji litografie založené na extrémním ultrafialovém světle (EUV), což je technologie, která vznikla v laboratořích amerického ministerstva energetiky (DOE).

Pro přístup k technologii EUV založil Intel v roce 1997 EUV LLC, která uzavřela dohodu o spolupráci v oblasti výzkumu a vývoje (CRADA) s DOE. V rámci této dohody by společnost Intel a její partneři zaplatili 250 milionů dolarů během tří let na pokrytí přímých mzdových nákladů vládních výzkumníků v národních laboratořích a pořízení vybavení a materiálů pro laboratoře, jakož i na pokrytí nákladů vlastních výzkumných pracovníků. k projektu. Na oplátku by konsorcium mělo výhradní práva na technologii v oblasti litografie EUV. V té době to byla největší CRADA, která kdy byla provedena.

Jakmile EUV LLC provedla CRADA, Intel oznámil, že má v úmyslu zapojit Nikon a ASML, aby pomohly s vývojem této technologie. Tento bezprecedentní přístup zahraničních korporací do amerických národních obranných laboratoří se stal problémem pro DOE a Kongres. Při přezkoumání dostupných možností DOE odmítla návrh společnosti Intel na partnerství se společností Nikon, ale umožnila jí vytvořit partnerství s ASML. Mezi podmínkami pro tento přístup bylo, že se ASML muselo zavázat, že k výrobě použije zařízení SVGL v USA.

Nástroje EUV, které byly původně navrženy pro výrobu na počátku 21. století, stále nejsou k dispozici. Dnes je ASML jedinou společností na světě s předprodukčními nástroji EUV, které procházejí hodnocením výrobců integrovaných obvodů. Analytici předpovídají, že pokud ASML úspěšně dodá komerčně životaschopné EUV litografické nástroje, rozšíří svůj podíl na globálním trhu na 80 %.

Politika USA měla zjevně vliv na polovodičový průmysl, ale poučit se z této zkušenosti není jednoduchá záležitost. Napětí mezi obchodními a národními bezpečnostními cíli nebylo nikdy zcela

vyřešeno. Ačkoli některé americké společnosti těžily z federálního úsilí, několik zahraničních společností také těžilo z výhod a celkové zisky pro zájmy USA nebyly tak široké ani tak dlouhodobé, jak se doufalo. Nyní národní průmysl IC čelí nové a poněkud jiné výzvě v jiném globálním ekonomickém prostředí. Vypracování účinné politické reakce je výzvou, která může být informovaná, ale nemůže se řídit předchozím úsilím.

Role vlády

Investice DOD do výzkumu a vývoje IC obvykle míří daleko před trajektorii komerčního výzkumu a vývoje. V tomto smyslu lze výzkum a vývoj ministerstva obrany považovat za rušivý, protože často vede k technologiím, které nejsou zakořeněny v současné praxi. Nicméně to poslední, co chce mainstreamový polovodičový průmysl, je něco rušivého. Stávající komerční průmysl IC se řídí vysoce kontrolovaným evolučním plánem k udržení tempa Moorova zákona zdvojnásobení počtu tranzistorů na IC každých 18 až 24 měsíců. Teprve když průmysl narazí na zeď a nebude moci pokračovat evoluční cestou, zváží radikální změnu.

Dnes průmysl opět čelí takové zdi. Náklady na jeden tranzistor na IC, které klesají exponenciálním tempem po více než čtyři desetiletí, se vyrovnaly a pokračující pokrok prostě není ekonomicky možný s běžnou technologií. Průmysl počítá s litografickými nástroji EUV společnosti ASML k obnovení vzoru spolehlivého snižování nákladů, ale není jisté, že tyto nástroje budou schopny splnit technické a ekonomické požadavky. Vývoj nových technologií stojí před obrovskými technickými a základními fyzikálními výzvami. Litografický nástroj bude muset registrovat po sobě jdoucí expoziční vrstvy s přesností do čtyř nanometrů nebo asi 20 atomů a v tomto měřítku se stává problémem i fotonová intenzita světla. Doslova se dostáváme do tunelu na konci světla.

DARPA pokračovala ve financování výzkumu a vývoje litografie nové generace, i když s důrazem na technologie, které podporují nákladově efektivní výrobu malých objemů speciálních integrovaných obvodů, které armáda potřebuje. Financovala technologie zvané nanotisková litografie a litografie s odraženým elektronovým paprskem. Program DARPA se však omezuje na prokazování technické proveditelnosti a neřeší investice potřebné k převedení technologie na nástroj hodný výroby.

Převedení nástroje z fáze demonstrace proveditelnosti technologie na produkt hodný výroby je návrh společnosti bet-the-company, podobně jako sázka na vývoj nového komerčního dopravního letadla. Pokuta za vynechání trhu může být zničující. V minulosti měli američtí výrobci nástrojů pro litografii nejlepší technologii na světě, ale nedokázali ji komercializovat. Dnes Spojené státy nemají ani firmu, která by vyráběla nástroje pro litografii.

Americká vláda opakovaně investovala do rozvoje technologií, ale záměrně se vyhýbala financování úsilí o komercializaci. Averze USA k politikám podporujícím komercializaci je v příkrém rozporu s těmi v jiných zemích. EU například prostřednictvím IMEC, německého Fraunhoferova institutu a dalších institucí podporuje aplikovaný výzkum a vývoj produktů. To pomohlo společnostem, jako je ASML, proplovat zrádnými vodami komercializace. Japonsko, Korea, Tchaj-wan, Čína a další mají také vládou financované programy aplikovaných technologií.

S tím, jak se svět elektroniky posouvá do říše elektroniky nanoměřitek neboli nanotroniky, se Spojené státy zaměřily na programy výzkumu a vývoje technologie proof-of-concept v DARPA, včetně některých nových, ale neověřených výrobních přístupů v nanoměřítku, jako je nanotisk, dip-pen, a elektronová litografie. Přesto dnes neexistuje žádný koordinovaný, cílený národní program výzkumu a vývoje, který by se zabýval nanotronickou výrobní infrastrukturou. Firemní konsorcia a regionální centra, jako je Albany Nanotech Complex v New Yorku a přidružená IBM

Semiconductor Research Alliance, vznikla bez federálního financování. Takové snahy však dominují korporace a jsou zaměřeny na mezinárodní úroveň. Nezaměřují se na národní agendu technologického vedení.

Bez souběžného úsilí zaměřeného na vývoj velkoobjemové výrobní technologie a infrastruktury nezbytné pro výrobu skutečných produktů, Spojené státy pravděpodobně nebudou sklízet plody svých investic. Společnosti se sídlem v USA, které vyvíjejí technologii, budou muset jít vyrábět jinam. Zpráva prezidentské rady poradců pro vědu a technologii za rok 2010 o Národní nanotechnologické iniciativě zdůraznila potřebu klást větší důraz na výrobu a komercializaci ve výzkumné iniciativě nanoelektroniky a uvedla, že „během příštích pěti let by federální vláda měla zdvojnásobit vyčleněné finanční prostředky k nanovýrobě.“

Spojené státy mají dlouhou historii financování základních technologií a výrobních kapacit v oblastech, kde je národní bezpečnost primární aplikací. Situace je méně jasná v situacích dvojího užití, ve kterých má technologie obchodní i obranný význam. Technologie IC má jasně dvojí použití, vzhledem k její všudypřítomnosti v komerčních produktech a její kritičnosti ve většině aspektů vojenských strategických a taktických operací.

Otázkou je, vzhledem k národním bezpečnostním důsledkům IC technologie, měla by existovat koordinovaná politika USA pro řešení výroby nanotroniky? Pokud bylo zdraví amerického průmyslu výroby polovodičů před 25 lety tak důležité pro národní bezpečnost, že to bylo důvodem pro vytvoření SEMATECH, měly by dnes Spojené státy udělat něco podobného? Pokud ne, co se změnilo? Pokud takovou činnost podnikne, měla by ji strukturovat způsobem, který dává federální vládě aktivní roli a hlas?

DOD má velký zájem na udržení vedoucího postavení USA ve vznikajících technologiích, které poskytnou potřebné vojenské schopnosti. Ale Spojené státy také potřebují podporovat tyto

technologie, aby udržely zdraví průmyslu, který se stal klíčovou součástí moderní ekonomiky.

Kdo by toto úsilí financoval? Je to práce pro DOD, jako tomu bylo v minulosti? Je určitě v zájmu DOD, aby klíčové technologie dozrály a aby Spojené státy byly lídrem ve výrobě. Na druhou stranu, vyžaduje to širší program financování výzkumu, který by zahrnoval ministerstva obchodu a energetiky? Tvrdíme, že jde o mnohem širší a hlubší problém národní bezpečnosti, který zahrnuje ekonomickou, energetickou a dokonce i environmentální bezpečnost. Bez silného rozvoje průmyslových odvětví založených na nanotronice čelí Spojené státy vyhlídce, že ztratí své vedoucí postavení v širším sektoru informačních technologií, s kaskádovými dopady na další průmyslová odvětví, která jsou na této technologii závislá, aby nadále zvyšovala svou produktivitu.

Obáváme se, že těmto otázkám není věnována dostatečná pozornost a diskuse o nich. Spojené státy stále mají některé ohromné výhody, včetně společností, které jsou lídry v nejpokročilejších technologiích IC a jejich výroby, některé robustní firmy na nástroje a vybavení a silný vládou financovaný systém výzkumu a vývoje. Jiné země však vidí příležitost uplatnit toto pole a financují programy výzkumu a vývoje na národní úrovni ve výrobě v nanoměřítku. Ekonomické, geopolitické a bezpečnostní prostředí se navíc od roku 1985 zásadně změnilo, což zvyšuje složitost hodnocení situace a stanovení potenciálních přístupů k jejímu řešení. Vzhledem k této dynamice docházíme k závěru, že je čas na společnou diskusi s cílem určit, zda je výroba nanotroniky naléhavým problémem národní a ekonomické bezpečnosti, a pokud ano,