

Metoda PERT a možnosti jejího použití ve vojenském technickém rozvoji

Podplukovník Bohuslav Kröhn

Dokonalé řízení a plánování vojenského technického rozvoje vyžaduje:

a) dosáhnout takových metod řízení a plánování, které by umožnily vniknout hluboko do podstaty složitých procesů při řešení úkolů vývoje a výroby;

b) v plánovací praxi předem odhalovat problémy v řešení úkolů technického rozvoje a zmenšit vliv časových disparit na minimum;

c) při řešení úkolů technického rozvoje zaměřit pozornost na úzká místa, odhalit časové rezervy, které se skrývají v rámci celého vývojového programu a soustředit úsilí na jeho hlavní články.

d) dosáhnout optimálního způsobu zabezpečení potřeb armády na základě podrobné analýzy možných variant.

K realizaci těchto požadavků doposud sloužily metody takticko-technického a ekonomického výzkumu a vojenských technických a ekonomických rozborů.

Jednou z nových metod je metoda PERT (zkratka názvu Program Evaluation and Review Technik).

Charakteristika metody PERT

Metoda PERT analyzuje jednotlivé problémy v jejich časové a věcné návaznosti, aby byly posouzeny všechny faktory, vztahující se k zajištění zkoumaného úkolu. Pomáhá předem odhalovat problémy a umožňuje v předstihu zaměřovat pozornost na úzká místa, organizovat úsilí na rozhodující články úkolu. V běžné praxi jsou zřídka předem známy důsledky přijatých rozhodnutí; řešení kteréhokoliv problému technického rozvoje je vždy spojeno s určitou mírou nejistoty. PERT

představuje metodu, která si všímá této nejistoty, snižuje ji a umožňuje, aby přijatá rozhodnutí a opatření byla v souladu s objektivně nutným směrem řešení daného úkolu. To znamená, že zamezuje v maximální míře volbu náhodných řešení, která svými vyvolanými i nepřímými důsledky způsobí více škody než užítu.

Tato stránka metody PERT je účelně využít zejména v těch případech, kdy zvolený cíl nemá praktickou podobu, kdy jde o další krok vpřed v technice a v technologii, o dosažení dalšího kvalitativního stupně ve výzkumu a vývoji techniky.

Hlavní zásady metody PERT

Základ metody PERT tvoří síťový graf, který je v podstatě grafickým znázorněním plánovaného úkolu. Na síťovém grafu jsou seřazeny jednotlivé body a činnosti, ze kterých se skládá plán celého úkolu. To znamená, že síťový graf zobrazuje průběh prací k uskutečnění daného úkolu.

Sestrojení síťového grafu vyžaduje, aby vzájemné vztahy a závislosti jednotlivých dílčích činností úkolu byly přesně vyjádřeny ve styčných bodech. Závislost znamená, že dosažení určitého bodu (např. schválení konečného projektu) předpokládá úspěšné dokončení činnosti, která mu předchází (např. práce na konečném projektu). Zahájení navazující činnosti je podmíněno dosažením bodu, který této činnosti předchází. Důsledným dodržením této zásady v průběhu plánovaného řešení úkolu se ukáže, že body a činnosti tvoří přísně sekvenci posloupnosti různých tvarů napříč celým grafem, že jednotlivé etapy plnění plánu mají charakter přísně determinovaného postupu od

jednoho bodu přes navazující činnost do následujícího bodu atd.

- výpočet a stanovení očekávaného termínu dosažení jednotlivých bodů a splnění úkolu,
- výpočet nejpozdější přípustného termínu ukončení činnosti a
- stanovení kritické cesty.

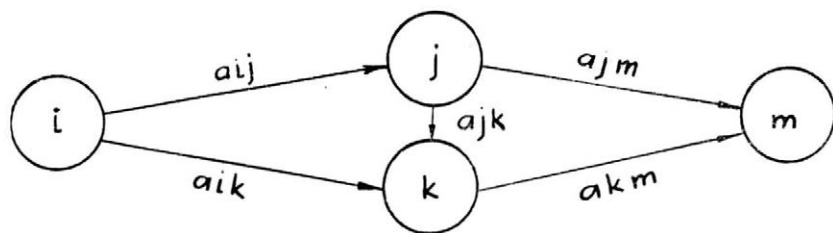
Výpočet očekávaného termínu dosažení jednotlivých bodů úkolu se řeší s maximální jednoduchostí a srozumitelností. Vzhledem k tomu, že neznáme přesné množství času k splnění daných úkolů, vyplývá z toho nutně určitá míra nejistoty pro jejich řízení. Metodou PERT se míra nejistoty stanoví pro každou činnost tře-

vysvětlivky:

- to = odhad trvání činnosti mezi bodem i a j — optimistický
- tp = odhad trvání činnosti mezi bodem i a j — pesimistický
- tn = odhad trvání činnosti mezi bodem i a j — nejpravděpodobnější
- tij = očekávané trvání činnosti mezi bodem i a j.

V grafu se často objevuje situace, že do jednoho bodu vede více cest. To znamená, že k úspěšnému dokončení určitého úkolu je třeba několik činností.

Jedna z typických situací je např. tato:



mi odhady časové náročnosti: optimistickým, nejpravděpodobnějším a pesimistickým.

Optimistický odhad představuje náročnost, kdy se vše daří mimořádně hladce a nevznikají žádné obtíže. Míra mimořádnosti těchto příznivých okolností je vyjádřena tím, že pravděpodobnost splnění dané činnosti s touto minimální časovou náročností není větší než 1 : 100.

Nejpravděpodobnější odhad vyjadřuje znalostmi a zkušenostmi podložený názor odpovědného pracovníka na otázku, jaká časová náročnost by se vyskytovala nejčastěji, kdyby se za nezměněných podmínek opakovala stokrát.

Pesimistický odhad odpovídá časové náročnosti za situace, kdyby šlo všechno špatně, kdyby se z různých pokusů podařil vždy ten poslední. Míra této mimořádnosti je vyjádřena pravděpodobností 100 : 1, že daná činnost bude splněna s menší časovou náročností než představuje pesimistický odhad.

Pro výpočet očekávaného trvání činnosti se osvědčil tento vzorec:

$$t_{ij} = \frac{to + 4 \cdot tn + tp}{6}$$

Za směrodatnou se v této situaci podle zásad metody PERT vybírá cesta s nejdelší dobou trvání. V daném příkladě je to cesta $a_{ij} + a_{jk} + a_{km}$.

Při praktickém výpočtu očekávaného termínu postupujeme na grafu od výchozího bodu, jehož očekávaný termín bude rovný nule ($T_v + 0$). Termíny bezprostředně následujících bodů se rovnají očekávanému trvání výchozích činností. Všechny další následující doby již mohou představovat uzly, do nichž vyúsťuje několik činností s různým očekávaným trváním a z různých předchozích bodů, které mají různé očekávané termíny. V takových případech propočítáváme kumulativní hodnoty trvání všech cest, které vedou do zkoumaného uzlu a přiřazujeme mu za očekávaný ten termín, který odpovídá největší kumulativní hodnotě časové náročnosti.

Z toho plyne, že cílovému bodu celého úkolu přiřazujeme jako očekávaný termín jeho dokončení tu kumulativní hodnotu času, která odpovídá nejdelší cestě od výchozího až po cílový bod.

Ze zásady, že za směrodatný termín vstupu do jednotlivých uzlů se klade

trvání nejdelší činnosti vyplývá, že v různých uzlech (bodech) a činnostech vznikají časové rezervy. To znamená, že některé činnosti mohou být dokončeny nebo zahájeny později, aniž se to projeví v prodloužení celkového průběžného času daného úkolu. Tyto rezervy za určitých podmínek představují potenciální možnosti zkrácení celého programu. Je proto důležité zjistit, jaký je rozsah a rozložení této časové rezervy v jednotlivých částech grafu.

Východiskem je tu výpočet nejpozději přípustného termínu ukončení jednotlivých činností. Při tomto výpočtu lze vycházet jedině z cílového bodu.

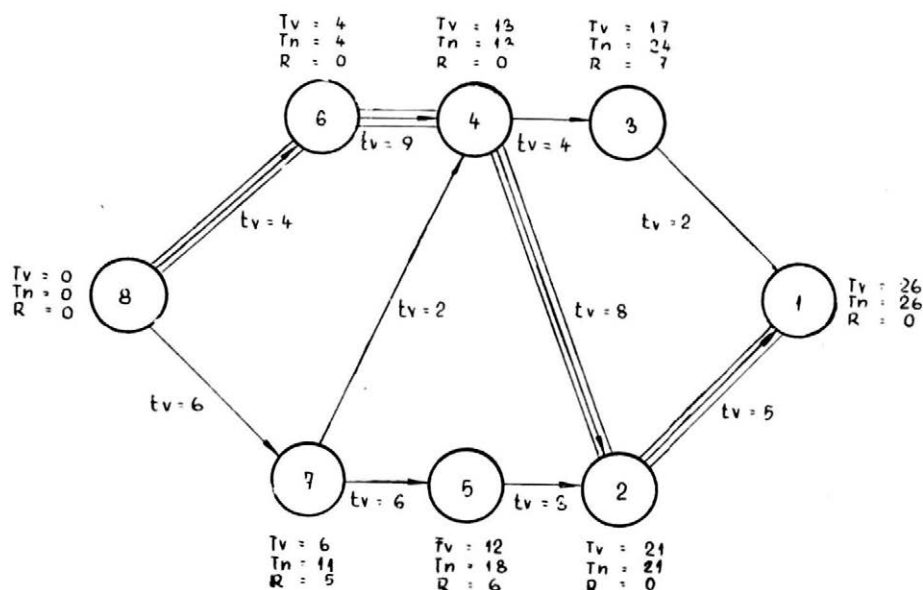
Postup výpočtu očekávaného termínu splnění jednotlivých činností i celého úkolu a výpočtu nejpozději přípustného termínu ukončení jednotlivých činností je na následujícím zjednodušeném příkladě:

bodu až do cílového bodu. Význam této kritické cesty spočívá v tom, že rozhoduje o termínu splnění celého řešeného úkolu.

Z toho vyplývá, že činností vytvářejícím kritickou cestu je nutno věnovat zvláštní pozornost. Stojí v popředí zájmu rozboru při zkoumání možných opatření ke zkrácení trvání jednotlivých činností a využití existujících rezerv. **Kritická cesta nám představuje hlavní články celého řetězu činností řešeného programu.**

Dosavadní zkušenosti s použitím metody PERT (č.j. 8801/5230/64/SKRV) ukázaly, že menší úkoly, obsahující méně než sto činností, lze zvládnout z jedné úrovně a je možno propočítat jejich síťový graf běžnými výpočetními prostředky nebo ručně.

Překročí-li počet činností tuto hra-



Jestliže na shora uvedeném grafu spojíme silnou čarou všechny body, které mají očekávaný termín i nejpozději přípustný termín shodný ($T_v = T_n$), znázorníme tím tzv. **kritickou cestu**. Je to cesta, která nevykazuje žádné časové rezervy. Probíhá spojitě od výchozího

nici, přibližuje se k rozměrům, které může komplexně řešit jedině samočinný počítač. Zvládnutí programu s tisícovým počtem činností již přesahuje hranici lidských možností a bez moderních metod a výpočetních technik je jeho úspěšné řešení nemožné.

Podmínky využití metody PERT v oblasti plánování vojenského technického rozvoje

Metoda PERT, založená na přísné logice, se používá při řešení činnosti, u nichž je především stanoven jasný cíl, a existují konkrétní představy, reálné možnosti i zdroje k dosažení tohoto cíle. Nejsou-li tyto základní podmínky splněny, nelze plán pomocí metody PERT vůbec sestavit.

Lze tyto základní podmínky splnit v oblasti vojenského technického rozvoje?

Jasnosti cíle při plánování vojenského technického rozvoje lze dosáhnout zejména v těch oborech techniky, které jsou „tradičně“ zajišťovány čs. vývojem i výrobou, jako je tomu u železniční, automobilové, tylové a některých druhů jiné techniky.

Podstatně složitější je situace v oblasti dělostřelecké, letecké, spojovací, radiolokační a jiné techniky. V těchto případech je účelné stanovit cílů několik, využít metody PERT k výpočtu časové náročnosti těchto variant a dojít k objektivně správné odpovědi na otázku, zda je účelnější zajišťovat novou techniku vlastním vývojem, osvojením výroby podle licenční dokumentace, nebo dovozem. Zjištěné skutečnosti by svou věcností a přesností znamenaly nový kvalitativní prvek pro rozhodování velení čs. ozbrojených sil.

Další část tohoto požadavku — existence konkrétních představ, reálných možností i zdrojů k dosažení cíle — je vlastně určitou fází ujasňování cíle. Jasnost cíle v oblasti vojenského technického rozvoje je mimo jiné dána i znalostmi, jak tento cíl v daných podmínkách splnit.

Je možno obecně říci, že i tuto část požadavku lze zajistit dobrou spoluprací čs. průmyslu s příslušnými orgány ministerstva národní obrany. Základním požadavkem je znalost kapacitních možností ke splnění daného cíle.

Využití metody PERT ve vojenském technickém rozvoji si vyžaduje určité změny v organizaci vzájemných vztahů mezi ministrem národní obrany a pracovišti civilního sektoru.

1. Především je nutné všestranně prověřit požadavky MNO v plánu technického rozvoje — uvnitř MNO, ve vztahu k průmyslu a z hlediska mezinárodní spolupráce. S tím souvisí i nutnost zvýšit odpovědnost za stanovení konečných požadavků a ujasnit, jak se tato opatření odrazí v rámci armády i národního hospodářství.

Schválení požadavku je ve skutečnosti první fází zavádění předmětu do výzbroje armády, neboť současně s jeho zařazením do plánu technického rozvoje je spojeno také jeho zařazení do perspektivního plánu materiálně technického zabezpečení, tj. dodávek vojenské techniky.

Druhá a konečná fáze zavádění do výzbroje armády probíhá po vyrobení a zkouškách prototypu. Základní podmínka perspektivní jasnosti cíle vyžaduje jednotu operačně taktických a technických požadavků na technický rozvoj a reálných možností jejich zabezpečení v průmyslu. Dosavadní výsledky vojenského technického rozvoje ukazují, že pro dosažení úspěchu má zásadní význam dosažení této jednoty v momentu zahajování prací na úkolech vojenského technického rozvoje a její udržování v průběhu celého procesu řešení.

Od této zásadní podmínky nelze ustoupit, i když výsledky vědy a techniky a nové poznatky z oblasti vojenské vědy přinášejí nové poznatky, které určitým způsobem ovlivní původní názory i požadavky na technický rozvoj.

2. Při řešení úkolů vojenského vývoje spolupracují pracoviště v průmyslu s příslušnými orgány pro vývoj v ministerstvu národní obrany.

Vzorový příklad této spolupráce na dílčích etapách vývoje je např. obsažen v článku 28 „Směrnice pro vzájemné vztahy mezi MNO a výrobními ministerstvy, ústředními úřady, Čs. akademii věd, výrobně hospodářskými jednotkami a rozpočtovými organizacemi při výzkumu, vývoji a zavádění výroby vojenského materiálu — 01“ (vládní usnesení ze dne 8. 4. 1959).

a) předběžný projekt:

1. Vypracování a předložení řešitelem.
2. Výroba a předvedení vzorku makety).
3. Projednání a vyjádření orgánu pro vývoj.

b) konečný projekt:

1. Vypracování a předložení řešitelem.
2. Projednání a vyjádření orgánu pro vývoj.

- c) podnikové zkoušky
- d) kontrolní zkoušky
- e) úpravy po kontrolních zkouškách
- f) vojskové zkoušky atd.

V přehledu etap jsou podtrženy etapy, za které odpovídá ministerstvo národní obrany.

Práce spojené s evidencí jednotlivých činností a bodů, se sestavením síťového grafu, se seřazením všech činností a bodů do technologického sledu, zachycujících všechny důležité vztahy a závislosti s propočtením časové náročnosti a analýzou celého úkolu podle metody PERT, předpokládají úzkou součinnost mezi všemi orgány, podílejícími se na řízení těchto prací. Těžiště prací bude spočívat na podniku, který je určen konečným řešitelem, a který bude mít nejlépe předpoklady souhrnně skloubit všechny dílčí akce celého vývojového programu.

Podle dosavadní praxe byl vztah vojenského orgánu pro vývoj vůči podniku charakterizován nejčastěji jako vztah orgánu zadávajícího úkol a kontrolního nad orgánem řešitele.

Plánovací metoda PERT vyžaduje, aby všechny orgány podílející se na zabezpečení a řízení daného programu měly přesně vymezenou činnost, která odpovídá logickému uspořádání celého pracovního procesu, a která se důsledně podřizuje podmínkám jejího použití. Obdobně jako pracoviště v průmyslu, budou se muset podmínkami PERT řídit i vojenské orgány pro vývoj a dodržovat přesné úkoly, které pro ně z toho systému vyplývají.

3. Metoda PERT předpokládá a umožňuje účinně využívat ekonomické funkce hmotných stimulů i penále. Jejich využití bude mít vliv i na charakter výpočtu časového trvání činnosti jednotlivých úkolů technického rozvoje. Tam kde ekonomické vztahy mezi dodavateli a subdodavateli jsou svázané pevným a dobře fungujícím systémem premií a penále, odhady časové náročnosti jednotlivých činností se budou pohybovat směrem k optimálnímu odhadu. Tam kde není účinně fungující soustava premií a kde trestní sankce za neplnění smluvních závazků mají slabou ekonomickou funkci, odhady časové náročnosti jednotlivých činností se budou pohybovat spíše směrem k pesimistickému odhadu. Pro oblast čs. vojenského technického rozvoje je v současné době typický druhý případ. Úspěšné vyřešení tohoto problému není

jen otázkou technického rozvoje. Jeho úspěšné vyřešení v oblasti technického rozvoje souvisí s jeho řešením v celém národním hospodářství. Avšak i bez této souvislosti je možno použitím metody PERT v technickém rozvoji dosáhnout v poměrně krátké době zlepšení účinnosti přemíování.

4. Metoda PERT bude vyžadovat potřebné informace pro plánování a kontrolu plánu vojenského technického rozvoje. Výpočet trvání jednotlivých činností v síťovém grafu se musí opírat o přesné a včasné údaje těch pracovníků, kteří nejlépe znají podmínky, za nichž bude docházet k realizaci jednotlivých činností. K tomu bude nutno využívat statistických údajů z jednotlivých oborů činnosti a zamezovat jejich svévolnému subjektivnímu hodnocení.

O praktickém využívání metody PERT bude rozhodovat i účelná kontrola plánu vojenského technického rozvoje a rozbor jeho plnění.

Na nižší úrovni řízení bude kontrola v krátkých časových intervalech, aby bylo možno včas reagovat na všechny výjimečné situace a případy, které v průběhu plnění plánu nastanou (14 dní, nejvýše 1 měsíc). V těchto časových intervalech bude nutno podávat vyšším stupňům řízení informace o průběhu činnosti na kritické cestě, propočtení nových očekávaných termínů při dosažení jednotlivých bodů na této cestě a pravděpodobnost dodržení plánovaného úkolu.

V delších časových obdobích (čtvrtletí) budou účelné informace o stavu prací a hlavně přehodnocení odhad časové náročnosti všech činností. Na jeho základě se vypracuje aktualizovaná verze síťového grafu v celém rozsahu (změna plánu).

Systém kontroly a hlášení musí být jednotný a závazný pro všechny řešitele, dodavatele a subdodavatele, zúčastněné na uskutečňování daného programu.

Při předkládání kontrolních zpráv bude nutno dodržovat zásadu příslušného stupně řízení a podle toho zaměřit jejich obsah.

5. V letech 1956—1963 došlo k podstatným změnám v rozsahu zbrojní výroby pro ČSLA, jak ukazuje tato tabulka: (čj. 0063027/SPK/1963);

1955	1956	1957	1958	1959	1960
100	94,6	76,8	58,1	65,8	75,9

Současné došlo i k značnému zmenšení vlastního výzkumu a vývoje.

O poklesu počtu úkolů obsažených v plánu vojenského technického rozvoje od roku 1965 do roku 1964 svědčí tato tabulka:

Druh techniky	1956	1960	1964
dělostřelecká technika	100	50	14
letecká technika	100	85	52
tanková a automobilní technika	100	69	50
ženiiní technika	100	60	24
chemická technika	100	72	27
slaboproudá technika	100	81	33
týlová technika	100	68	51
vojenská technika celkem	100	68	29

Celková tendence zmenšovat rozsah vlastního výzkumu a vývoje vojenské techniky je současně doprovázena usilovným hledáním, ve kterých oborech vojenské techniky je účelný vlastní výzkum a vývoj. Přitom se berou v úvahu zejména tato hlediska:

— perspektivní potřeby vyzbrojování ČSLA novou technikou,

— možnosti mezinárodní hospodářské spolupráce se socialistickými zeměmi, tj. možnosti dovozu nebo osvojení výroby podle licenční dokumentace,

— možnosti úspěšného vlastního výzkumu, vývoje a výroby ve stanoveném čase s ohledem na ekonomickou efektivnost rozsahu výroby.

Vhodnou aplikací metody PERT je možno posoudit, jaké máme časové možnosti technického rozvoje v jednotlivých oborech vojenské techniky a jaký způsob zabezpečování techniky je optimální.

Tato metoda napomůže tedy základnímu poslání vojenského technického rozvoje — lepšímu a rychlejšímu zabezpečování ČSLA novou vojenskou technikou.

6. Metoda PERT není dosud v národním hospodářství ve větším měřítku používána. Aby mohla být použita v podmínkách vojenského technického rozvoje, bude nutno nejdříve seznámit a přesvědčit o jejich výhodách pracovníky ministerstva národní obrany i pracovníky průmyslu. Kromě toho je nutno vytvořit podmínky, aby průmyslové podniky byly přesvědčeny o její ekonomické výhodnosti.

Bez použití metody PERT budou závěry z vojenských technických a ekonomických rozborů, zpracovaných před zahájením řešení úkolů vojenské technického rozvoje, trpět nadále velkou mírou nejistoty, nebude možno přesně odhalovat hlavní problémy řešení programu a v předstihu zaměřovat pozornost na jeho úzká místa a rozhodující články.

Výhody metody PERT

PERT je metoda, která byla vypracována na pomoc řízení v oblastech, kde je třeba rychlé a správné předvídání, kde více než jinde je nutno bojovat o čas. Nemůže však nahradit činnost vedoucího pracovníka, pouze mu umožňuje lepší řízení.

Jde o plánovací metodu, která umožňuje zavést do plánování důslednou komplexnost a přesnou logičnost. Umožňuje zavést dokonalou organizaci všech pracovních procesů daného programu a současně vytvořit pro všechny stupně řízení dokonalý sdělovací prostředek, který je spojuje. Tato metoda odhaluje všechny přímé i nepřímé vazby řešení úkolu a

proto umožňuje snadné seřazení jednotlivých dílčích úkolů podle jejich významu pro vyřešení celého úkolu. Jednou z hlavních jejích předností je, že umožňuje poznat ty dílčí úkoly, které vyžadují při řešení hlavní péči a na druhé straně umožňuje poznat ty dílčí úkoly, jejichž plnění může mít volnější průběh. Umožňuje nám tedy u každého řešení úkolu poznat to co je hlavní, podstatné pro jeho úspěšné splnění. Tuto přednost má metoda PERT nejen při vypracovávání plánu, nýbrž i při jeho kontrole v průběhu řešení úkolu. Proto je nástrojem dokonalejšího plánování a řízení technického rozvoje.