

A Minuteman rakétarendszer (LGM-30 A/B, F, G)

Bevezetés

A LGM-30 Minuteman az Amerikai Egyesült Államok földi telepítésű -- és 2009 óta az egyetlen ilyen típusú -- interkontinentális ballisztikus rakétarendszere (ICBM), melyből az idők során három típust is rendszeresítettek (Minuteman I-III).



Minuteman III kilövés

A Minuteman egy háromfokozatú, szilárd hajtóanyaggal -- a gyorsítási szakasz után a visszatérő egységek pályáját egy folyékony hajtóanyagot égető rakétamotor segíti -- hajtott, 8851 km hatótávolságú irányított rakéta, melynek tengeri megfelelője a Trident rakéták, légi társai a nagy hatósugarú stratégiai bombázók által szállítható gravitációs nukleáris bombák.

A rakétarendszer típusnévének első betűje -- "L" -- a rakéta silóból indíthatóságára utal, a "G" betű jelzi, hogy földi célpontok ellen szánták e fegyvereket, míg a harmadik betű -- "M" -- tudomásukra hozza, hogy irányított rakétáról van szó.

A rakétarendszer közismert nevét (Minuteman) az amerikai függetlenségi háborúban során a gyarmati hadseregben harcoló gyors reagálású csapatok tagjai után kapta, de egyben utal a rendszer reagálási gyorsaságára is, mivel kb. egy perc alatt lehet kilőni e rakétákat.

A Minuteman rakéta forradalmi újdonsága mellett az egyes bázisok megépítése önmagukban is rendkívüli mérnöki teljesítménynek bizonyultak. Szemben a korábbi generációs, hosszú reakció idejű, folyékony hajtóanyaggal hajtott interkontinentális rakétákkal a Minuteman gyors reagálású, inerciális irányítású, nagy túlélési képességgel rendelkező fegyverrendszernek bizonyult.

Az öt szerződő partner alkotta konzorcium összesen 4 fajta Minuteman-t fejlesztett és gyártott le a rakéta megálmodásától kezdve napjainkig, melyek mindegyike a korábbi továbbfejlesztett változata.

Időbeli sorrendben: Minuteman I ("A" és "B" típusváltozat), Minuteman II ("F" típusváltozat) végül Minuteman III ("G" típusváltozat).

A jelenleg hadrendben álló arzenál 450 db Minuteman III rakétából áll, melyeket a Légierő Wyoming-i F.E. Warren, a Montana-i Malmstrom és az Észak-Dakota-i Minot bázisok körül telepítettek. A Légierő 2020-ig szeretné hadrendben tartani Minuteman rakétáit, de elképzelhető, hogy e határidőt 2030-ig is kitolják.

Minuteman fejlesztés

A kezdetektől a Minuteman I rakéták kivonásáig

Miközben az 1950-es évek vége felé az Atlas és Titan rakéta programok formát kezdtek öltetni a Légierő rádöbbsent az első generációs, folyékony hajtóanyaggal hajtott rakéták felhasználhatóságának korlátaira.

Az első generációs rakéták, hajtóanyaguk és sebezhető rádió-inerciális irányítási rendszerük miatt, üzemeltetése veszélyes, telepítése és fenntartása roppant költséges volt.

Az Atlas és Titan rakéták mellett magukkal a silókkal is akadtak gondok, mivel azokat erősen túl méreteresre kellett tervezni, hogy a hajtóanyag-töltő rendszer is elférjen bennük. Nem is beszélve arról, hogy a "gyors kilövésű" Atlas F esetén 15 perc alatt pumpáltak 113 tonna hajtóanyagot a rakétába, ami roppant veszélyes művelet volt, mi sem bizonyítja ezt jobban, mint hogy összesen 4 db Atlas és 2 db Titan I siló semmisült meg üzemanyag-szivárgás folytán bekövetkezett robbanás miatt.

Jó lehet a folyékony hajtóanyag alkalmazásában rejlő problémák nem voltak ismeretlenek a Légierő előtt -- nem is vetették el teljesen a szilárd hajtóanyaggal hajtott rakéta gondolatát -- de a Légierő Ballisztikus Rakéta Divíziója (AFBMD, 1957. június 1 előtt: WDD) és a Ramo-Wooldridge döntése alapján mégis mind két első generációs rakéta ilyen hajtóanyagot használt, mivel akkoriban kivitelezhetetlennek tartottak egy nagyméretű szilárd hajtóanyaggal hajtott hajtóművet. A kivitelezés mellett egyrészt elképzelhetetlennek tartották, hogy egy szilárd hajtóanyaggal hajtott hajtómű kellő felhajtóerőt tudna létrehozni, másrészt nehezen irányíthatónak vélték.

A helyzet 1957-ben változott meg radikálisan, amikor a WDD tudósait és kutatóit sikerült meggyőzni a szilárd hajtóanyaggal hajtott új generációs ICBM gondolatának elfogadásáról. A fenti vélemény változtatás háttérében az 1957 nyarán a WDD vezetői székében végrehajtott csere állt, ugyanis Edward Hall-t Bernard Adolph Schriever tábornok váltott. Mivel Hall így ideiglenesen munka nélkül maradt, adtak neki egy irodát, s utasították, hogy minden idejét szentelje a szilárd hajtóanyaggal hajtott rakéták problémájának. Edward Hall a kutatási eredményeken túl sokkal többet is lerakott az asztalra!

Több hónapnyi egyedüli munka után sikerült megterveznie egy szilárd hajtóanyaggal hajtott taktikai, közepes és interkontinentális hatótávolságú rakétacsaldót, melynek a Minuteman nevet adta. Hall szerint e relatív kisméretű rakéták, személyzet nélküli földalatti silókban, alacsony fenntartási költségek mellett üzemeltethetőek, s szinte azonnali kilövési lehetőség mellett.

Az AFBMD nem sok érdeklődést mutatott Hall álma iránt, más programoknak sokkal nagyobb prioritást adott.

A Haditengerészet jóval nagyobb fantáziát látott Hall terveiben, s az eredményeket felhasználták a Poseidon rakéta-program során. Hall tervei alapján olyan mértékű áttörést ért el a Haditengerészet, hogy 1957 őszén javasolta a Légierőnek a Poseidon szárazföldi indítású változatának elkészítését. Az AFBMD megrettenve a Haditengerészet által elért eredményektől, haladéktalanul napirendre vette egy szilárd hajtóanyaggal hajtott rakéta fejlesztését.

1958 februárjában Schriever és Hall Washingtonba repültek és tájékoztatták a védelmi minisztert, a Légierő Stratégiai Légiparancsnokságának (SAC) parancsnokát (Curtis LeMay tábornok), valamint a Légierő vezetőjét a Minuteman koncepcióról. A Titan és Atlas rakétákkal összevetve Hall által elképzelt Minuteman 16 m magas és "csupán" 29,5 tonna tömegű, háromfokozatú rakéta volt, amely 1-5 MT hatóerejű robbanófejet képes 2 414 -- 10 500 km távolságra repíteni.

A rakétákat egymástól nagyobb távolságra szétszórt személyzet nélküli silókban tervezte elhelyezni, melyek akár 200 psi (pound per square inch, font/négyzethüvelyk 1 psi = 6 894 Pa) túlnyomásnak is ellenállnak.

Hall elképzelése szerint az alacsony fenntartási költségek mellett minimális terepmunkát kéne végezni és kevés berendezést kéne a silókhoz telepíteni. Az üzemeltetési költségeket tovább csökkentené, hogy az elképzelés szerint egy kétfős irányító-központból lehetne 10 rakétát irányítani. A megbeszélésen Hall a szilárd hajtóanyaggal hajtott rakéta kivitelezhető és 1965-ig 1 600 db Minuteman rakétát lehetne hadrendbe állítani megfelelő szintű termelés mellett.



Minuteman I

Hall terve lenyűgözte mind a Légierőt, mind a Védelmi Minisztériumot. A résztvevő felek egyetértett abban, hogy a jelenlegi ICBM program “kevesebbet képes teljesíteni a kívánatosnál és elérhetőnél”, így kevesebb, mint 24 órával Hall előadása után, 1958. február 28-án a Légierő utasította az AFBMD-t a Minuteman rakéta kivitelezhetőségének vizsgálatára, mely célra 50 millió dollárt csoportosított át. A Légierő további 100 millió dollárt ígért az AFBMD-nek, amennyiben kivitelezhetőnek ítélik a rakétát, a program elindításához.

Nem is csoda, hogy Hall terve meggyőzte az érintett feleket, hiszen egy egyszerű, hatékony, nagy túlélő képességű, háromfokozatú, alacsony költségek mellett gyártható és üzemeltethető, nagy mennyiségben viszonylag gyorsan telepíthető rakéta, mely bármely ellenséges célpontot meg tud semmisíteni ráadásul kellően megbízható, igen csábítóan hangzott minden katonai vezető számára -- különösen az első generációs rakéták tükrében.

1958 júliusában az AFBMD hozzáfogott a rakéta fejlesztését végző szerződő fél keresésébe.

Szeptemberre -- a Minuteman összeszerelő és tesztelő partner tekintetében -- meg is született a döntés, a megbízást a Boeing nyerte el.

A Boeing kiválasztása után nem sokkal sikerült a többi partnert is kiválasztani! Az irányítási rendszer tekintetében az Autonetics Division of North American Aviation (később: Division of Rockwell International), míg a visszatérőegység fejlesztését AVCO Corporation nyerte el.

A három különálló fokozat hajtóművei tekintetében az AFBMD verseny közbeszerzést írt ki a Thiokol Chemical Corporation, az Aerojet General Corporation és a Hercules Powder Company között, azzal, hogy a legígéretesebb ajánlat mindent visz.

Miután sikerült megtalálni az alkalmas szerződő partnert a Minuteman program gyorsan formát kezdett öltetni.

1959 szeptemberében az AFBMD egy földalatti silóból sikeresen kilőtte a leendő rakéta első fokozatának motorját, mely egyértelműen bizonyította, hogy a rakéta túl fogja vészelni a földalatti indítást hatásait.

1961 februárjában végrehajtották az első Minuteman teszt kilövését. A teszt -- amely teljes sikerrel zárult -- során egy teljes rakétát teszteltek, annak minden rendszerével együtt.



Edwards bázis tesztzilói

A siker láttán felbőszülve 1961 márciusában a Védelmi Minisztérium a Minuteman program felgyorsítása mellett döntött, s ugyanolyan prioritást adott a programnak, mint az Atlas és Titan ICBM programok élveztek.

1961 novemberében sor került a Légierő kaliforniai Vandenberg bázisán található teszt silóból egy teljes értékű rakéta kilövésére, a rakéta sikeresen teljesítette a tervezett 4 800 km-es távot.

A sikeres tesztekkel egy időben, 1961 márciusában, a Montana-i Malmstrom bázison elkezdtek építeni az első rakétaszázad kilövésvezérlő központjait és silóit, melyek már 1961 szeptemberében el is készültek. 1961. december 1-én a SAC kilövésre kész állapotba helyezte első Minuteman I rakétaszázadát.

A Minuteman I rakéták telepítése sosem látott tempóban zajlott, köszönhetően annak, hogy a Minuteman rakéta komplexumok kisebbek és egyszerűbben felépíthetőbbek voltak, mint az Atlas, vagy Titan komplexumok.

Furcsának tűnhet, de 1964 decemberéig nem született döntés a Minuteman I arzenál végleges méretéről, ám a december 11-én született döntés végül 1 000 darabban határozta meg a telepítendő rakétát számát.

Minuteman I két külön változatát is telepítették, Minuteman I/A és I/B.

A fő különbség a hatótávolságban volt keresendő, mivel a Minuteman I/A hatótávolsága, az első fokozatának kialakítása miatt, 3 200 km-el kevesebb volt. A hiba kijavítása miatti teljes halasztása helyett a Légierő a telepítés mellett döntött, s összesen 3 rakétaszázadot, 150 db Minuteman I-A-t telepített, valamennyit a Montana-i Malmstrom bázison:

- 10. Stratégiai Rakétaszázad (legelső telepített század)
- 12. Stratégiai Rakétaszázad (aktiválva: 1962. március 1)
- 490. Stratégiai Rakétaszázad (aktiválva: 1962. május 1)

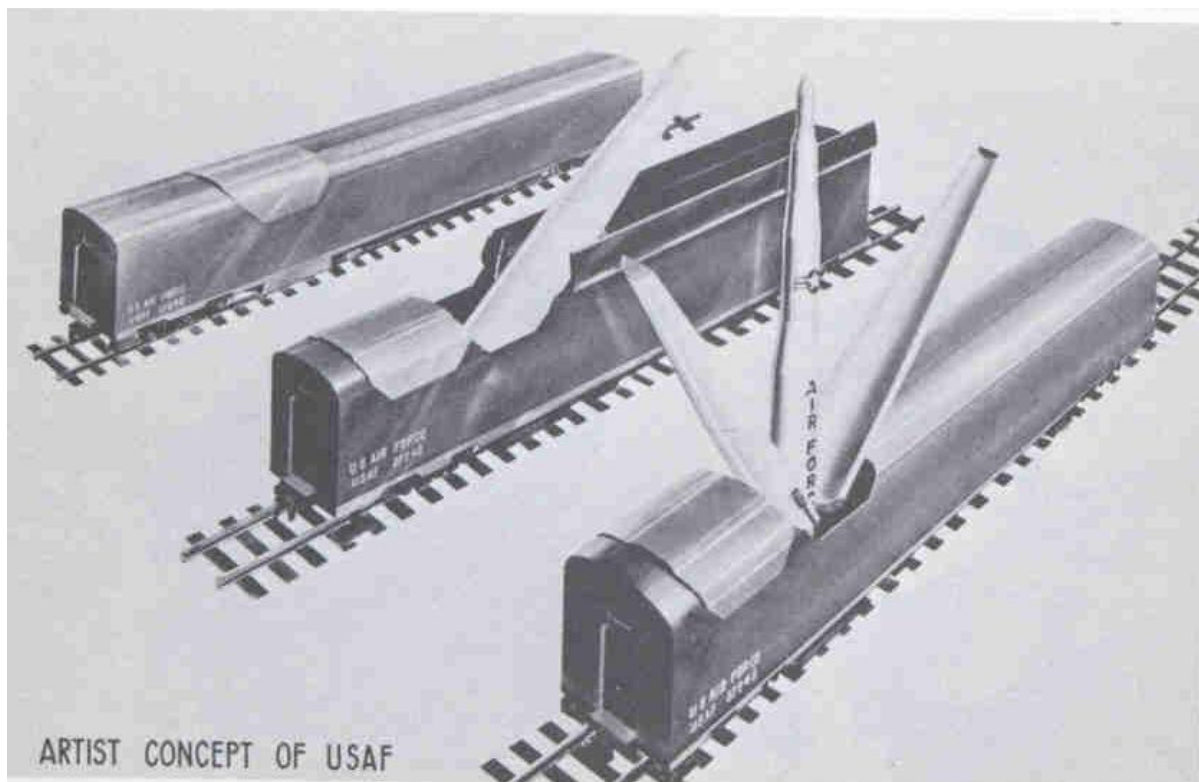
1963 júliusára 150 Minuteman I/A rakéta állt kilövésre kész állapotban, mely mennyiséget -- Minuteman I/B rakétákkal -- 1963 októberére megduplázták (!). A telepített rakéták száma 1964 márciusára már elérte a 450 db, míg 1965 júniusára a 800 db-t! A 800. Minuteman I rakétát a Légierő Wyoming-i F.E. Warren bázisán adták át.

A rakéták mellett a SAC 1966-ra 1 000 db rakéta komplexummal büszkélkedhetett.

Az 1966-ban elindított Minuteman Csapásmérő Erő Modernizációs Program keretében döntés született a Minuteman I rakéták nyugdíjazásáról. A rakéták Minuteman II, vagy Minuteman III rakétákkal történő felváltásuk egészen a 70-es évek közepéig folytatódott. Az utolsó Minuteman I rakétákat 1969. február 12-én a Montana-i Malmstrom bázison deaktiválták.

A korábbi Minuteman I-es komplexumokat felújították és feltöltötték Minuteman II rakétákkal. A silók átalakításáért felelős szerződő partner, a Boeing, a 9 éves modernizációs programot, az utolsó átalakított bázis átadásával, 1975. január 26 napján fejezte be.

Zakatoló Minuteman



Kilövés vagonból

A Minuteman I fejlesztéséhez érdekességként megemlíthető, hogy a fejlesztések elején a SAC eljátszott a rakéták egy részének (legalább 50-150 db) vasúti kocsikba történő telepítésnek gondolatával [talán még emlékszünk, hogy e gondolat a szovjetektől sem volt idegen! [Lásd: [RT-23 \(SS-24 Scalpel\)](#)].

A SAC 1959. február 12-én közzétett elvárása alapján az első mobil Minuteman-nak hadra fogható kész állapotban kellett állnia 1963 januárjáig. A rakéta vasúti kocsiba telepíthetőségének vizsgálata céljából a SAC egy teljes teszt sorozatot rendelt el ("Operation Big Star" ~ Nagy Csillag Művelet).

A tesztek az utahi Hill bázison, 1960. június 20-án kezdődtek, melyhez egy módosított vasúti kocsit használtak. A vonat az USA nyugati és középső területein zakatolt, melynek során a technikusok ellenőrizhettek olyan tényezőket, mint a vasúti hálózat teherbírása ilyen jellegű igénybevétel esetén, irányítás, a kommunikáció problémái, a vibráció érzékeny műszerekre gyakorolt hatása és a folyamatos vonatozás személyzetre gyakorolt hatásai.

Eredetileg 6 utat terveztek, de 4 utazással a hátuk mögött minden teszt célt elértek. 1960. augusztus 27-én, az utolsó vonatút végén a Légierő a mobil Minuteman koncepció tesztjeit sikeresnek ítélte.

A SAC mobil Minuteman telepítés szándékai ellenére a Légierő a siló telepítésű rakétákat preferálta, s azoknak adott nagyobb prioritást.

A Légierő hozzáállása mellett John F. Kennedy elnök döntése is keresztbe tett a mobil telepítésnek, mivel 1961. március 28-án 3 mobil század helyett 3 siló telepítésű rakétaszázad telepítését rendelte el.

A mobil változat halálos ítéletét Robert S. McNamara védelmi miniszter írta alá, 1961. december 7-én törölte a programot.



Zakatóló rakéták

A Minuteman II

1963. október 2-án, röviddel az első Minuteman I századok hadrendbe állítását követően, az USAF főparancsnoksága külön dokumentumot bocsátott ki, melyben leszögezte egy modernizált Minuteman I rakéta iránti igényét.

A Légierő, 1962 márciusában kötött szerződés keretében, ismételten a Boeing-et bízta meg a következő Minuteman fejlesztésével és építésével. Az első repülési tesztet 1964 szeptemberében hajtották végre, s 1966 májusában a SAC hadrendbe állíthatta első Minuteman II ("F" variáns) rakétaszázadát!

Az új rakéta jóval fejlettebb volt elődjeinél ("A" és "B" variánsok)! Az "F" változat második fokozata egy nagyobb, erősebb motort kapott, melynek eredményeként a rakéta hatótávolsága 10 100 km-ről 11 200-ra nőtt, valamint a nagyobb 1,2 MT hatóerejű W-56-os robbanófejet is célba tudta juttatni.

A motorfejlesztés mellett az irányítási rendszer is megújult, így a rakéta jóval pontosabb lett (körkörös szórás maximális hatótávolság mellett: 2,4 km), továbbá memóriájába több célpont koordinátáját is be lehetett táplálni. A fentiekén túl az "F" változat álcázó és a légvédelmi fegyverrendszereket megtévesztő eszközöket is szállított már.

A Minuteman II hossza 50 centiméterrel, tömege 3,6 tonnával haladta meg elődjét.



Minuteman II kilövés

A Minuteman II előnyei miatt 1963. november 8-án Robert S. McNamara védelmi miniszter jóváhagyta az addig telepített teljes Minuteman I arzenál (150 db "A" és 650 db "B" változat) Minuteman II-es rakétákkal történő lecserélését.

A Minuteman Csapásmérő Erő Modernizációs Program 1966. május 7-én a Légierő Missouri-ban található Whiteman bázisán vette kezdetét az első Minuteman I/B rakétaszázad eltávolításával.

1965. február 1 napján a SAC aktiválta a 447. rakétaszázadot az észak-dakotai Grand Forks bázison, az első rakétaszázadot, mely már Minuteman II-es rakétákból állt.

1967 áprilisára már a 200. Minuteman II rakéta is elfoglalta helyét az USA nukleáris csapásmérő fegyverei között. Ekkor a teljes Minuteman haderő már 1 000 db rakétából -- 800 db Minuteman I és 200 db Minuteman II -- állt.

1969 májusára 500 db Minuteman I és ugyanennyi Minuteman II-es rakéta állt hadrendben.

No persze a rakéták lecserélése csak a számok alapján tűnik egyszerű dolognak, a valóságban teljesen át kellett alakítani az eredeti kilövés vezérlő központokat és egyéb a bázisokhoz tartozó berendezéseket.

A Minuteman II-es rakéták végigszolgálták a teljes hidegháborút, 1991-ben a START egyezmény aláírása következtében kezdték el leszerelni. A Minuteman II arzenál telepítési csúcsán 450 db rakétából állt; valamennyi leszereltél és szétszedték

1996-ben emelték ki az utolsó Minuteman II-es rakétát silójából a Légierő Hill bázisán. 1996-ra a Légierő Ellsworth bázisán egy kivételével az összes silót megsemmisítették, míg a Whiteman bázison a silók 1/3-t robbantották fel, a megmaradtak silók ugyanilyen sorsra jutottak 1997-ben.

Minuteman III-tól napjainkig



Minuteman III

1967 tavaszán a Légierő lépéseket tett egy még fejlettebb rakéta fejlesztése érdekében. A sorozat utolsó tagjának -- Minuteman III -- fejlesztése 1967 decemberében vette kezdetét. s 1968 februárjában már a 4. teszt kilövésen is túl voltak -- valamennyit a Légierő Vandenberg bázisáról lötték ki. 1971 januárjában sor került az első század telepítésére a Légierő észak-dakotai Minot bázisán (91. Stratégiai Rakétaezred, 741. Stratégiai Rakétaszázad). A rakétákat, olcsóbb telepítés érdekében, modernizált Minuteman I és II rakétasilóba helyezték.

Az erőltetett modernizáció program eredményeként 1975 júliusára a SAC 450 db Minuteman II és 550 db Minuteman III rakétával dicsekedhetett.

A Minuteman család életét jelentősen befolyásoló következő döntésre 1986 januárjáig kellett várni, amikor a Légierő eltávolított 50 db Minuteman III rakétát az F.E. Warren bázisról (90. Rakétaezred, 400.

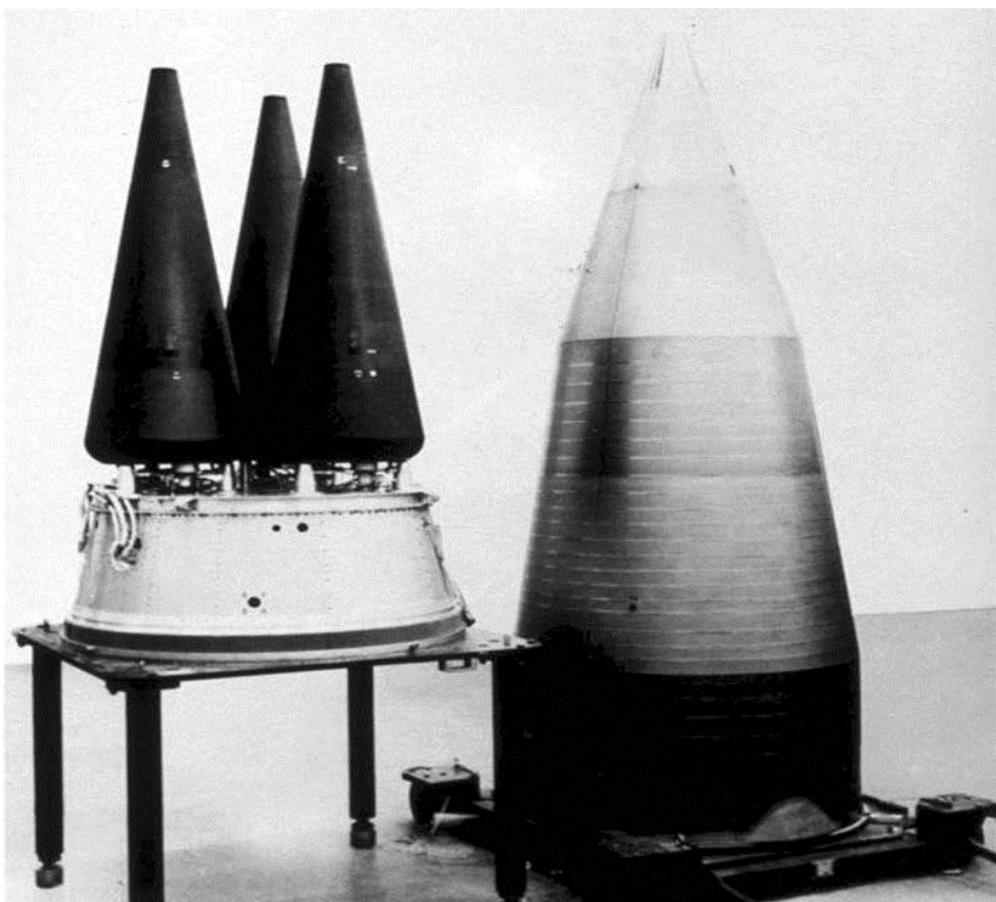
Rakétaezred) és helyükbe az új Peacekeeper rakétákat telepítették.

A módosítás következtében kialakult rakétaállomány: 450 db Minuteman II, 500 db Minuteman III, 50 db Peacekeeper 1991-ig változatlan maradt.

1991-ben George H.W. Bush utasítást adott az összes Minuteman II rakéta készleteti állapotból történő kivonására és a bázisok megsemmisítésére.

A fenti döntés eredményeként sor került az Ellsworth és a Whiteman bázisok bezárására. A két bázis bezárásával egy időben 30 db raktáron lévő Minuteman III rakétát telepítettek a Malmstrom-i bázison, így 1995 végére a telepített Minuteman III rakéták száma 530 darabra emelkedett. A bázisok átszervezése ügyében még szintén 1995-ben hozott döntés alapján megkezdődött a Grand Forks-i bázis bezárása, melynek során az ott tárolt 120 db Minuteman III rakétát szintén a Malmstrom-i bázisra vitték. A végrehajtott átszervezések után 1998-ra beállt a végleges darabszám: 3 aktív ezredbe elosztva 500 db telepített Minuteman III, mely mennyiséget máig 50 darabbal csökkentettek csupán.

A rakéta jelentőségét növelte, hogy a Minuteman III volt az első olyan amerikai ICBM, amely több, egymástól független célpontokra irányítható, visszatérőegységet szállíthatott (MIRV). A Minuteman III visszatérő egység rendszerét, a visszatéréskor kiszórt csalik mellett három darab Mark 12 vagy Mark 12A típusú MIRV visszatérőegység alkotta.



MIRV visszatérőegység rendszer

Az új rakéta elődjeinél pontosabb navigációs rendszerrel, nagyobb kapacitású fedélzeti számítógéppel rendelkezett, körkörös szórása is alacsonyabb volt (kb. 240 méter).

A fentiekén túl a harmadik fokozat motorjának cseréje folytán a hatótávolságot majd 13 000 km-re (12 874 km) sikerült feltornáznia és jelentősen több hasznos terhet szállíthatott. E rakéta visszatérőegységeket szállító egységét még egy plusz folyékony hajtóanyaggal hajtott motorral is ellátták a tökéletesebb célravezetés érdekében.

A START II egyezmény által meghatározott robbanófejszám elérése érdekében valamennyi Minuteman III rakétát megfosztottak MIRV képességüktől és egyetlen visszatérőegységet helyeztek el azokon, mellyel drasztikusan csökkentették a rakéták stratégiai értékét (pontosan harmadolták...)

Jó lehet az idők során 450 db-ra csökkentett, egyetlen robbanófejjel felszerelt, Minuteman III rakéták is igen tekintélyes elrettentő erőt képviselnek, különösen ha hozzáadjuk a nem szárazföldi telepítésű

Telepítés

A Minuteman csapásmérő arzenál ezredekéből és azokat alkotó századokból (1 század = 50 rakéta) épült, épül fel. A Rakétaezred 3, vagy 4 századból álltak, a jelenlegi aktív ezredek 3 század alkotja.

Aktív ezredek és századok

- **341. Stratégiai Rakétaezred** -- Malmstrom bázis, Montana ("Grizzlies")
 - 10. Rakétaszázad ("First Aces")
 - 12. Rakétaszázad ("Red Dawgs")
 - 490. Rakétaszázad ("Farsiders")
- **91. Stratégiai Rakétaezred** -- Minot bázis, Észak-Dakota ("Roughriders")
 - 740. Rakétaszázad ("Vulgar Vultures")
 - 741. Rakétaszázad ("Gravelhaulers")
 - 742. Rakétaszázad ("Wolf Pack")
- **90. Stratégiai Rakétaezred** -- F.E. Warren bázis, Wyoming
 - 319. Rakétaszázad ("Screaming Eagles")
 - 320. Rakétaszázad
 - 321. Rakétaszázad ("Frontier Warriors")

Aktív, rakéta nélküli ezredek, századok

- **526. ICBM Rakétarendszer Ezred** -- Hill bázis, Utah
(Ezen ezred feladata: fejlesztések, siló telepítésű rakéták ellátása, program összehangolás és igazgatás, logisztikai ellátás megszervezése, lebonyolítása. 2007-ben az ezredet csoporttá redukálták)
- **576. Repülési Teszt Század** -- Vandenberg bázis, Kalifornia ("Top Hand")

(E század feladata: a Légierő Globális Csapásmérő Parancsnokság ICBM programjainak végrehajtása)

- **625. Stratégiai Üzemeltető Század** -- Offutt bázis, Nebraska
(E század feladata: stratégiai nukleáris célpontkeresés, meghatározás, elemzés)

Leszerelt ezredek és századok:

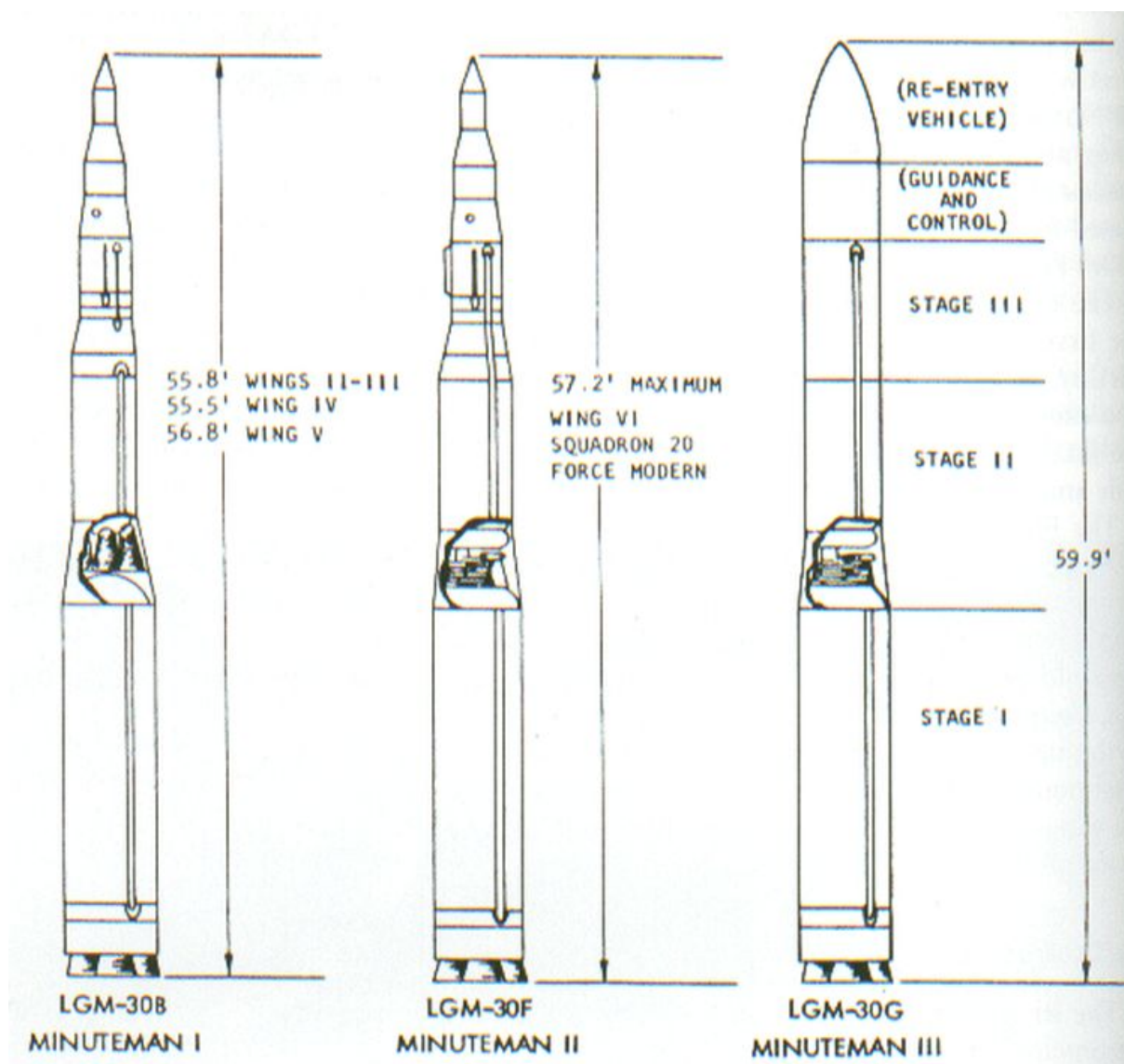
- **44. Stratégiai Rakétaezred** -- Ellsworth bázis, Dél-Dakota ("Black Hills Bandits") -- Deaktiválva: 1994. július 4.
66. Rakétaszázad
67. Rakétaszázad
68. Rakétaszázad
- **564. Rakétaszázad** (341. Stratégiai Rakétaezred -- Malmstrom bázis, Montana) -- Deaktiválva: 2008. augusztus 15.
- **351. Stratégiai Rakétaezred** -- Whiteman bázis, Missouri -- Deaktiválva: 1995. július 31.
508. Rakétaszázad
509. Rakétaszázad
510. Rakétaszázad
- **321. Stratégiai Rakétaezred** -- Grand Forks bázis, Észak-Dakota -- Deaktiválva: 1995. július 31.
446. Rakétaszázad
447. Rakétaszázad
448. Rakétaszázad
- **400. Rakétaszázad** (90. Stratégiai Rakétaezred -- F.E. Warren bázis) -- deaktiválva: 2005. szeptember 19.

A Minuteman család modernizálása

Jó lehet a Minuteman rakétacsalád alapvető jellemzőin egyszer sem változtattak, viszont a technológiai fejlődés és a Hadsereg új elképzelései szükségessé tették a Minuteman rakéták és azokhoz tartozó silók, egyéb berendezések folyamatos modernizálását.

Az első jelentősebb módosításokra 1964-ig kellett várni, amikor módosítottak mind a rakétán, mind a földi kiszolgáló egységeken. A módosítás indoka a Minuteman II rakéták telepítése volt, hiszen a Minuteman I silókat át kellett alakítani azok telepítéséhez. Az átalakított földi egységek a WS-133B megjelölést kapták.

Az új földi kiszolgáló egységeket a 6. Stratégiai Rakétaezrednél telepítették először, melyet az 1. Stratégiai Rakétaezred követte, ahol csak egy rakétaszázadot alakították át (e századra, mint "Colocated squadron" vagy "Squadron 20" hivatkoztak, mivel ez volt a 20. telepített Minuteman rakétaszázad).



Minuteman család

Az első WS-133B földi rendszerek felépítése után az 1., 3. és 5. ezredeknél korábban épített WS-133A rendszereket elkezdtek átalakítani WS-133B rendszerűvé (az átalakított WS-133A rendszerek új megjelölése: WS-133A-M), hogy a jövőben e ezredekbe is telepíthessenek Minuteman II, III rakétákat.

Az átalakítások során külön feltételeket határoztak meg az egyes rendszerek nukleáris támadások elleni védettségének javítása érdekében ("nuclear hardness").

A megerősítés első körben csupán a 2. ezredeket érintette, de a későbbi megerősítési program keretében az összes ezredet megerősítették.

A fenti módosításokat a Minuteman Csapásmerő Erő Modernizációs Program és a Siló Modernizációs Program keretében hajtották végre. A megerősítés alatt az egyes berendezések föld alá helyezésére, betonkapszulába helyezésére, elektromágneses impulzus elleni védelmének növelésére kell gondolni.

A földi telepítésű épületek, berendezések mellett a Légierő a rakétákra is kellő figyelmet fordított, s ennek keretében 1966-ban elindított egy hosszú távú a rakéták továbbfejlesztését, folyamatos karbantartását célzó programot, a Minuteman csapásmerő erő legmagasabb szinten tartása érdekében.

1976-ban egy másik átfogó programot is elindítottak, mely a rakéták meghatási rendszerének élettartam növelésére tűzte ki célul. A program által elért eredmények között megemlíthetjük a Minuteman II rakéta második fokozatának új motorját, illetve a Minuteman III rakéta harmadik fokozatának felülvizsgálatát.

A 70-es évek elején a Légierő belefogott egy átfogó modernizációs programba, melynek keretében növelték az egész rendszer elektromágneses impulzus elleni védelmét, tovább erősítették a silókat, javították a Minuteman rakéták motorjainak por és egyéb szennyeződés elleni védettséget, valamint a silók és a kilövésvezérlők közötti adatátvitelt.

További jelentős programok voltak többek között a Rivet SAVE program (legénység létszámának csökkentése), a kioregedő gyorsító motorok cseréjét célzó Stage 2 Washout és Stage 3 Replacement programok, az Accuracy, Reliability, and Supportability Improvement Program (ARSIP), a kilövésvezérlő központokban elhelyezett akkumulátorok nagy élettartamú lítium akkumulátorokkal történő lecserélését célzó program.

Külön kiemelendő az 1985-ban indított Rivet Minuteman Integrated Life Extension (MILE) program, melynek keretében tervezték a Minuteman rakétákat felkészíteni a 21. század kihívásaira.

A SAC ugyanis 2000 után is jelentős szerepet szánt a Minuteman rakéták számára, s mivel nem fiatal rakétákról volt szó szükségessé vált egy átfogó felülvizsgálat és szükség esetén modernizáció.

A Rivet MILE program -- amely a SAC és a Légierő legnagyobb ICBM-ket érintő közös modernizáció programja lett -- keretében a 341. Stratégiai Rakétaezrednél (Malmstrom) kezdték el az átalakításokat.

A Rapid Execution and Combat Targeting (REACT) program keretében 50 db Minuteman III kilövésvezérlő központjába (F.E. Warren; Malmstrom; Minot bázisokon) telepítettek új berendezéseket.

A program eredményeként többek között 50%-val sikerült csökkenteni a célzási időt, új kommunikáció berendezéseket építettek a kilövésvezérlőkbe, egyes funkciók automatizálása révén csökkentették a legénységre nehezedő munkaterhet, továbbá sikeresen növelték a legénység túlélési esélyeit.

A Minuteman III Guidance Replacement Program (GRP) keretében kicserélték az NS-20A rakéta irányítórendszert a modernebb NS-50A rendszerrel, melynek eredményeként az irányítási rendszer szolgálati élettartamát 2020 utánra sikerült kitolni.

Az modernizált irányítási rendszerrel felszerelt Minuteman III rakétával két teszt kilövést is végrehajtottak -- 1998. június 24-én és 1998. szeptember 16-án -- melyek teljes sikerrel zárultak, a rakéták minden elvárt feltételnek megfelelték, élesen bizonyítva az új rendszer hatékonyságát. A repülési teszteket kétévnyi földi tesztelés követte.

Az új irányítási rendszer sorozatgyártása 2000-ben vette kezdetét, mely során összesen 652 darabot gyártottak az akkor még 500 db rakéta ellátásához.

A Minuteman III visszatérő rendszerét, amely maximum 3 db Mk. 12 visszatérő egységet szállíthatott, eredetileg a General Electric tervezte és gyártotta, de a 70-es években indokoltá vált a visszatérő egységek modernizálása, amely az Mk. 12A jelzést kapta. A legyártott 550 db Mk. 12 visszatérő egységből összesen 300 darabot módosítottak.

Az irányítási rendszer és a visszatérőegységek mellett a rakéták motorjairól sem feledkeztek meg, s 1995 decemberében belekezdtek a Minuteman Propulsion Replacement Programba (PRP).

A program fő célja az egyes fokozat motorok szolgálati idejének 2020 utánra történő kitolása. A program során felülvizsgálták a motorok kialakítását, szerkezetét, így pontosan meg tudták határozni a motorokkal szembeni elvárásokat. Az első és harmadik fokozat motorját módosították, míg a második fokozat motorját környezetkímélőbb hajtóanyaggal töltötték fel.

Érdekességként megemlíthető, hogy az 1994 óta folytatott motor teszt sorozat zárásaként 1999. február 24-én az utahi tesztbázison sor került egy több mint 33 éves Minuteman, első fokozatú, motor tesztelésére, s nem kis meglepetésre az öreg motor minden téren megfelelt a motorokkal szemben támasztott elvárásoknak. Egyébként ez volt a legöregebb motor, amit valaha teszteltek.

2005 elején döntés született a kivont Peacekeeper rakéták MK 21 (robbanófej: W87) visszatérőegységeinek a Safety Enhanced Reentry Vehicle (SERV) program keretében a Minuteman III rakétákra történő telepítéséről, melyhez módosítani kellett a Minuteman III rakéták visszatérő rendszerét.

A program keretében a korábbi MK 12 (robbanófej: W62) és MK 12A (robbanófej: W78) visszatérőegységeket, összesen 300 db rakétán, cserélték le egyetlen MK 21 (robbanófej: W87) visszatérőegységre. A csere mögött egy nagyon fontos tényező húzódott meg, a biztonság. Az öregebb W78 típusú robbanófejekből hiányzott egy fontos biztonsági komponens, melyet már az újabbakba beépítettek, így kulcsfontosságúvá vált a Minuteman III arzenálnak legalább egy részén kicserélni a robbanófejeket.

Az első SERV program keretében módosított rakétát 2006-ban helyezték kilövésre kész állapotba az F.E. Warren bázison.

A folyamatos fejlesztés és karbantartás eredményeként a Minuteman rakétarendszer telepítésétől kezdve folyamatosan képes volt megfelelni bármilyen új kihívásnak. A

ma hadrendben álló rakéták megtestesítik az elmúlt 35 év folyamatos fejlesztési, modernizációs eredményeit.

Minuteman komplexum

Az egyes bázisok [missile alert facility (**MAF**)] két részből állnak: egy földalatti kilövést vezérlő központból és egy föld feletti kiszolgáló épületből.

A 60-as években épített Minuteman MAF-k felépítését a 44. Stratégiai Rakétaezredbe (Ellsworth bázis, Dél-Dakota) tartozó 66. Rakétaszázad részét képező, D-I LCF MAF-val szokták szemléltetni.

A bázis, mely a 10 rakéta siló által alkotott kör közepén helyezkedik el, egy dupla kerítéssel övezett 0,06 km²-es területen helyezkedik el. A külső kerítés egy egyszerű drótkerítés, mely csupán a terület határát jelezni, no meg kinn tartja a kóbor állatokat.



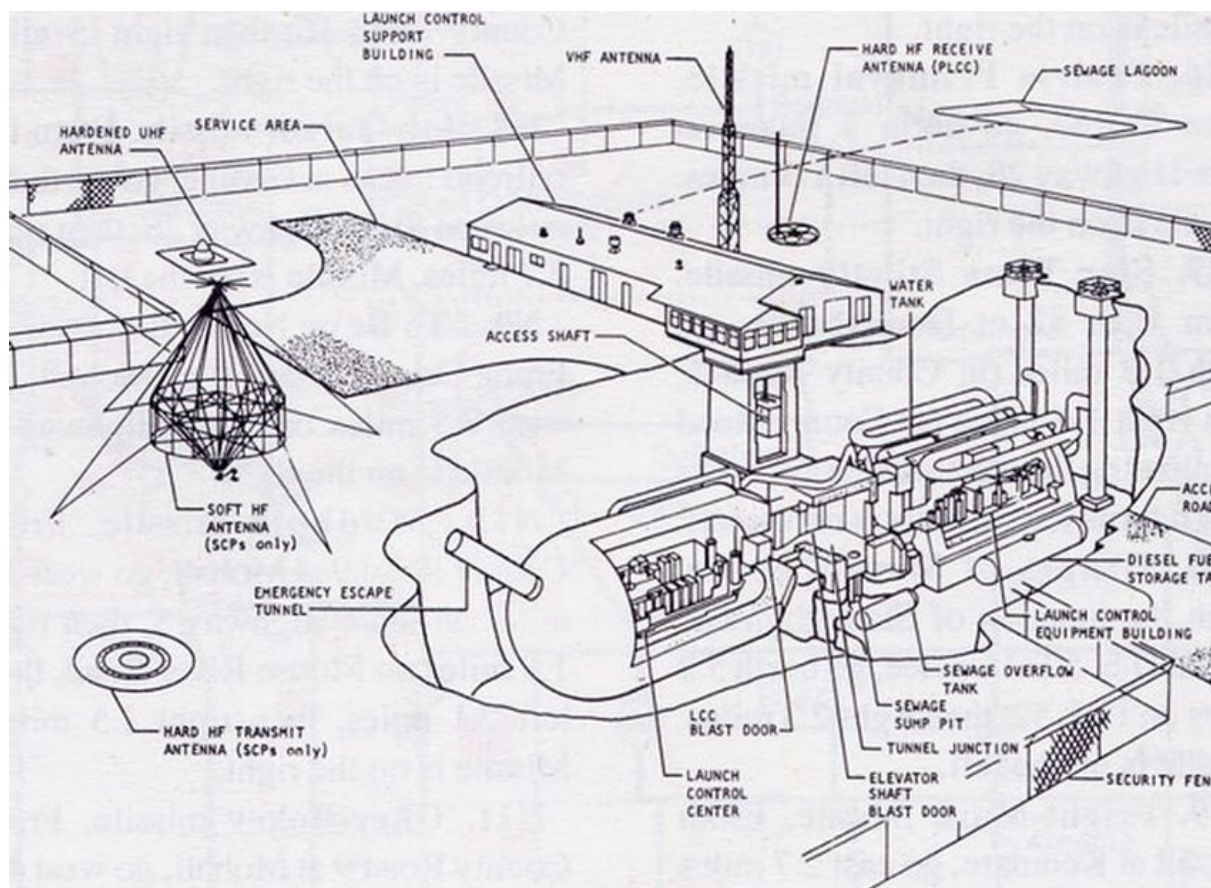
MAF

A belső, szögesdróttal megerősített biztonsági kerítést övezi a földalatti kilövést vezérlő központ kiszolgáló, támogató épületét, mely egyébként a legnagyobb (10 x 33 m) épület az egész támaszponton, amit még egy nagy garázs egészít ki.

A kiszolgáló épületben találhatóak a legénységi szállások, biztonsági ellenőrzőpontok, ellátó egységek, melyek a bázison szolgálatot teljesítők igényeit elégítik ki.

A kiszolgáló épület alatt 12-100 méter mélységben (bázisonként és egyes Minuteman típusváltozatonként eltérő) található a kilövést vezérlő központ (LCC), ahonnan felügyelik és kilövik a 10 rakétát (az egyes központok között minimális távolság 22,5 km).

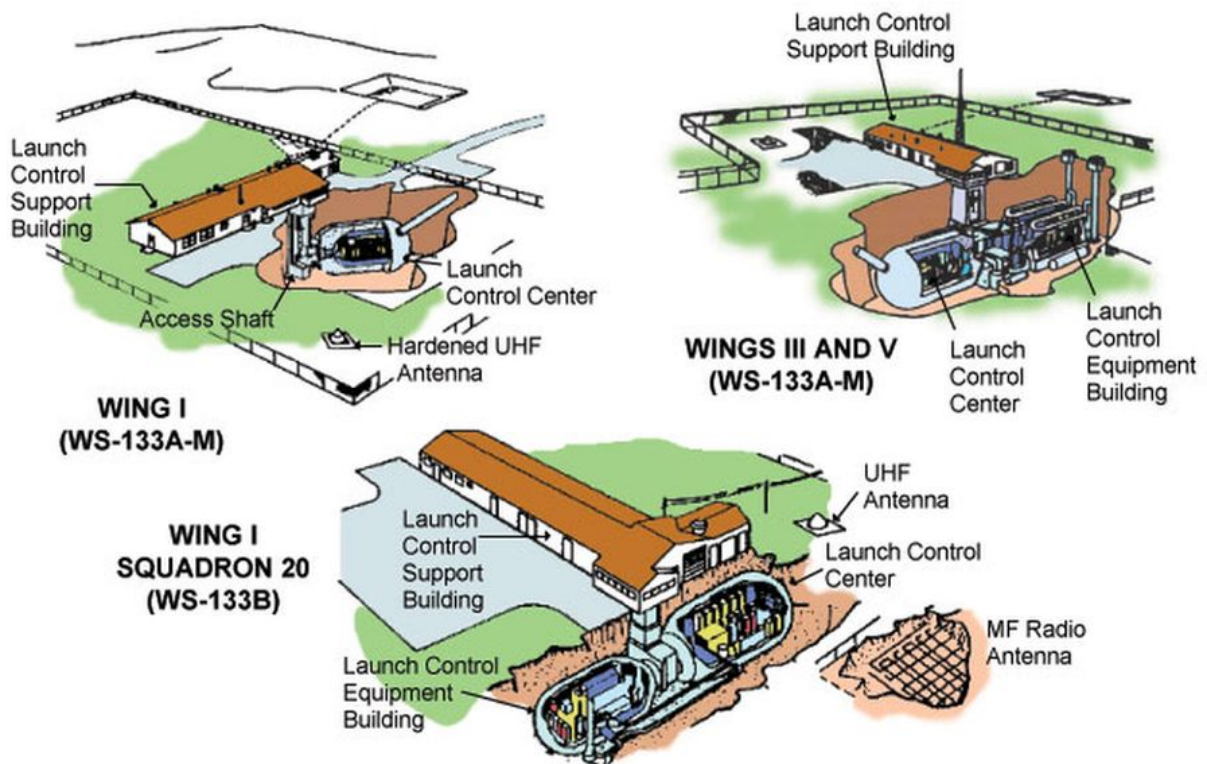
Egyébként minden századhoz 5 db ilyen központ, vagyis 50 db rakéta tartozott, s minden egyes központ irányíthatta valamennyi a századhoz tartozó rakétát, arra az esetre felkészülve, ha az 5 központból többet semlegesítenének, az azokhoz tartozó rakétákat is ki lehessen lőni.



MAF vázlat

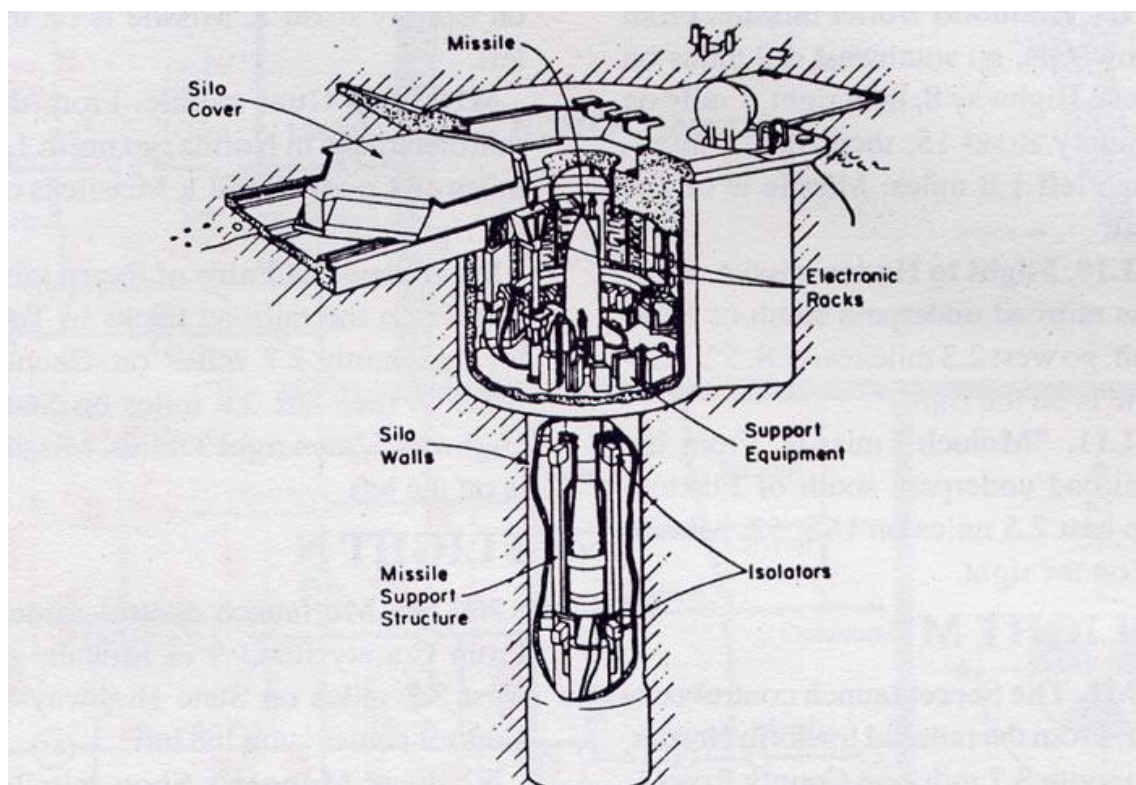
Érthető módon nem olyan egyszerű lejutni ebben a központba! Először át kell jutni a biztonsági ellenőrzőpontra, majd le kell mászni a 12 méteres létrán, mely egy 3 méter átmérőjű megerősített betoncsőben helyeztek le (nagyobb mélység esetén létra helyett liftet építettek be). A létra/lift egy megerősített betonnál épített kisebb terembe vezet, melynek végét egy 8 tonnás gázzáró, nyomásálló acélajtó (blast door) választja el a kilövést vezérlő központtól. Az ajtó kívülről nem nyitható.

A központ formája miatt leginkább egy oldalára fektetett, 18 m hosszú és 9 méter átmérőjű, termoszra, kapszula emlékeztet. A kapszula két egymástól elkülönült szobából áll, fala 1,2 méter megerősített beton, melyet belülről megtöltöttek még 6,5 mm-es acélapokkal is.



Variációk egy témára

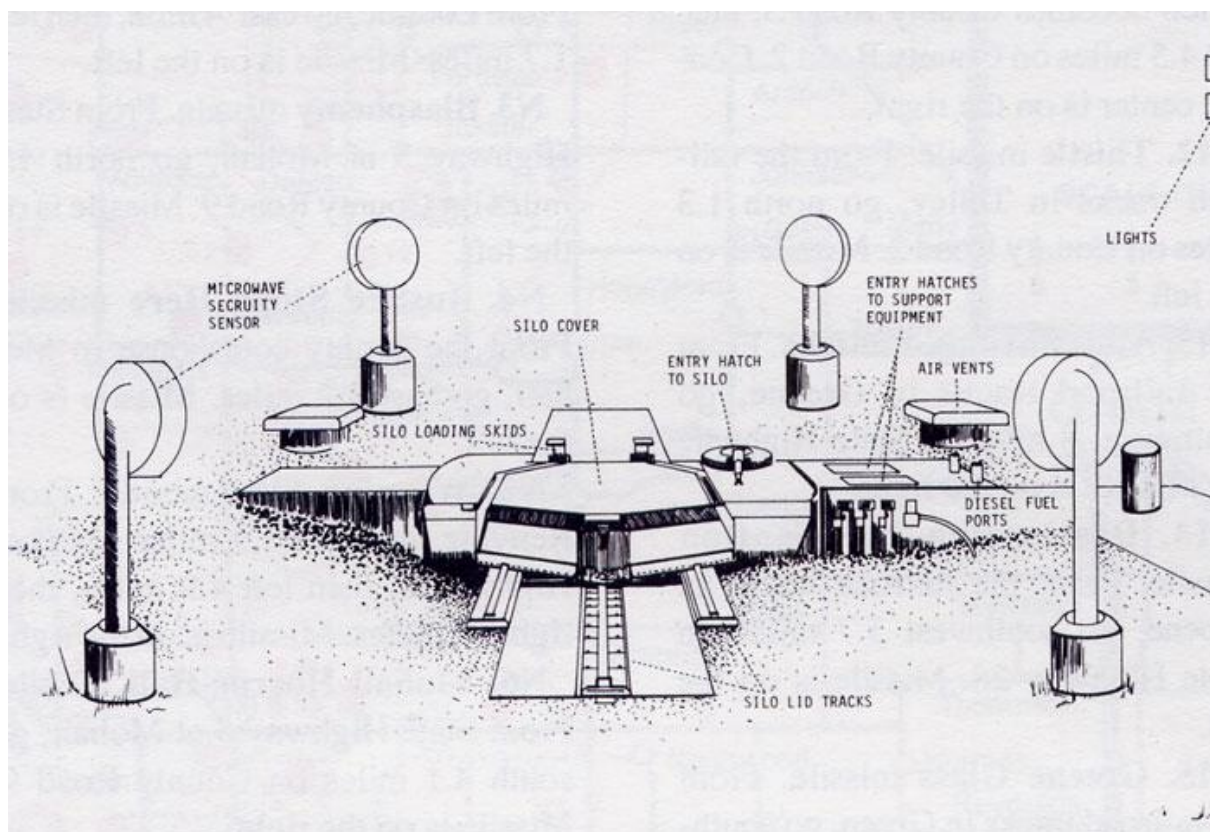
Ennek a kapszulának a mennyezetére függesztették fel azt a 3,6 x 7,2 méter nagyságú doboz, melyben a kilövéshez szükséges berendezések, kommunikációs eszközök, az elszeparált két indítópultok, egy kis mosdó, egy ágy, no és a két rakéta kilövésért felelős tiszt (missileer) helyezkedik el.



Maguk a rakéták a központtól biztonságos távolságban található, személyzet nélküli, kilövő létesítményekben tárolják, melyekkel a földalatti kábelek biztosítják a kapcsolatot.

Egy ilyen létesítmény három elemből áll:

- A rendkívüli módon megerősített, 24 méter mély és 3,6 méter átmérőjű, 100 tonnás tetővel lezárt siló, melyben stabil páratartalmat és hőmérsékletet tartanak fenn
- A siló felső harmadát körbeölelő, kétszintes, megerősített betonból, belső acéllemezekkel megerősített szervizterem, ahol generátorok, irányító rendszerek, a siló tetejét nyitó gázgenerátorok és kommunikációs berendezések találhatóak
- A siló mellett -- 3,3 méterrel a föld alatt -- találhatóak a kilövő létesítményeket támogató, 5 méter széles 7,6 méter hosszú, épület, ahol energiaforrások és silók hőmérsékletét, páratartalmát szabályozó berendezések kaptak helyet. A Minuteman III rendszer silóinál e létesítmény mélyebbre került, megerősített betonburokba.



Silótető

Nagy felbontású képekért a MAF-ról: [többek között erre található](#), panorámafotókért pedig: [erre tessék](#)

A legénység minden napjai

A Minuteman legénység csoportjai -- havonta 6-8 alkalommal, egymást váltva -- 24 órás készenléti szolgálatot adnak.

A készenléti szolgálat ideje alatt a két missileer nem hagyhatja el az LCC-t, s folyamatosan ellenőrizniük kell a felügyeletük alatt álló 10 rakétát. Ilyenkor általában 4-6 óra pihenőidőt engedélyeznek számukra, ami nem feltétlen egyszerű dolog, ugyanis a berendezések által kibocsátott zaj mértéke elérheti a 70, a kapszula teljesen zárt állapotában pedig a 90 dB-t (!) -- a két tiszt jó lehet mindössze 3 méterre ül egymástól mégis emelt hangon, vagy a headseten keresztül tudnak csak kommunikálni egymással!

A készenléti szolgálat mellett, a legénység tagjai havonta átlagban 15 óra gyakorlati képzést kell teljesíteniük, melynek során újból átismétlik a fegyverrendszer üzemeltetésének szabályait, további információk sajátítanak el, no és persze több órát gyakorolják a rakéta kilövés mozzanatait a szimulátorban.

A szimulátor egy számítógép vezérelt LCC, melyben, akár csak a repülőgép szimulátorok esetén, az éles helyzetekhez hasonló állapotok között tesztelhetik a legénység reakció idejét, felkészültségét.

Az LCC-ben szolgálatot teljesítő katonáktól folyamatos, magas szintű mentális készenléti és gyors reakcióidőt, döntési képességet várnak el, melynek része a sok gyakorlás és kevés szabadidő...(a katonák életét három napos szekciókra lehet osztani: készenléti -- gyakorlatozás -- szabadnap).

Minuteman rakéták kilövése

A kilövési parancs beérkezése után az LCC-ben helyet foglaló tisztek ellenőrzik a parancs érvényességét, beállítják a megfelelő háborús terv paramétereit, kiválasztják mely silókból indítanak rakétákat, s csak mindezek után illesztik be az indítókulcsokat a helyükre (melyek az LCC ellentétes végein lévő paneleken találhatóak).

Az automata kilövési protokoll elindításához egyszerre kell a két kulcsot elfordítani. A kulcsok elfordításától számított 60 másodpercen belül kiröppennek a rakéták.

Legalább 2 további és azonos ezredhez tartozó LCC-nek (vagy adott siló(ka)t vezérlő összes LCC kieséses esetén, légi kilövés vezérlő központnak, mely egy átalakított EC-135-ösön található) kell megerősítenie a kilövési parancsot a rakéták indításához -- elsősorban azért, hogy ha kilövés közben semlegesítenék a kilövést végrehajtó LCC-t, a másik LCC folytatni tudja a kilövést.

A nagyméretű folyékony hajtóanyaggal hajtott ICBM-ekkel szemben, melyek lassan emelkedtek a magasba a Minuteman szabályosan kitör a silóból. Három másodperccel a kilövés után a rakéta enyhén elkezd fordulnia célpont felé.

Az első fokozat a kilövést követő 60 másodperc után, miután a rakéta elérte a 24 km-es magasságot, leválik.

A második fokozat 117 másodperc után válik le, végül a harmadik fokozat leválasztásáig 181 másodpercet kell várni, ekkor a rakéta már majd 190 km magasságban jár. A rakéta parabola pályájának csúcsán a visszatérőegység eléri a 142 km-es magasságot.

A Minuteman II és III rakétákat többféle csalival is felszerelték, melyek növelik a rakéta túlélési esélyeit a légkörbe visszatérés során.

A Minuteman III visszatérőegységeit szállító egységet még egy plusz hajtóművel is felszerelték a tökéletesebb célravezetés érdekében (találónan negyedik fokozatnak szokták nevezni), melyet a csalik bevetése és a visszatérőegységek leválasztása előtt indít be.

Minuteman röppálya



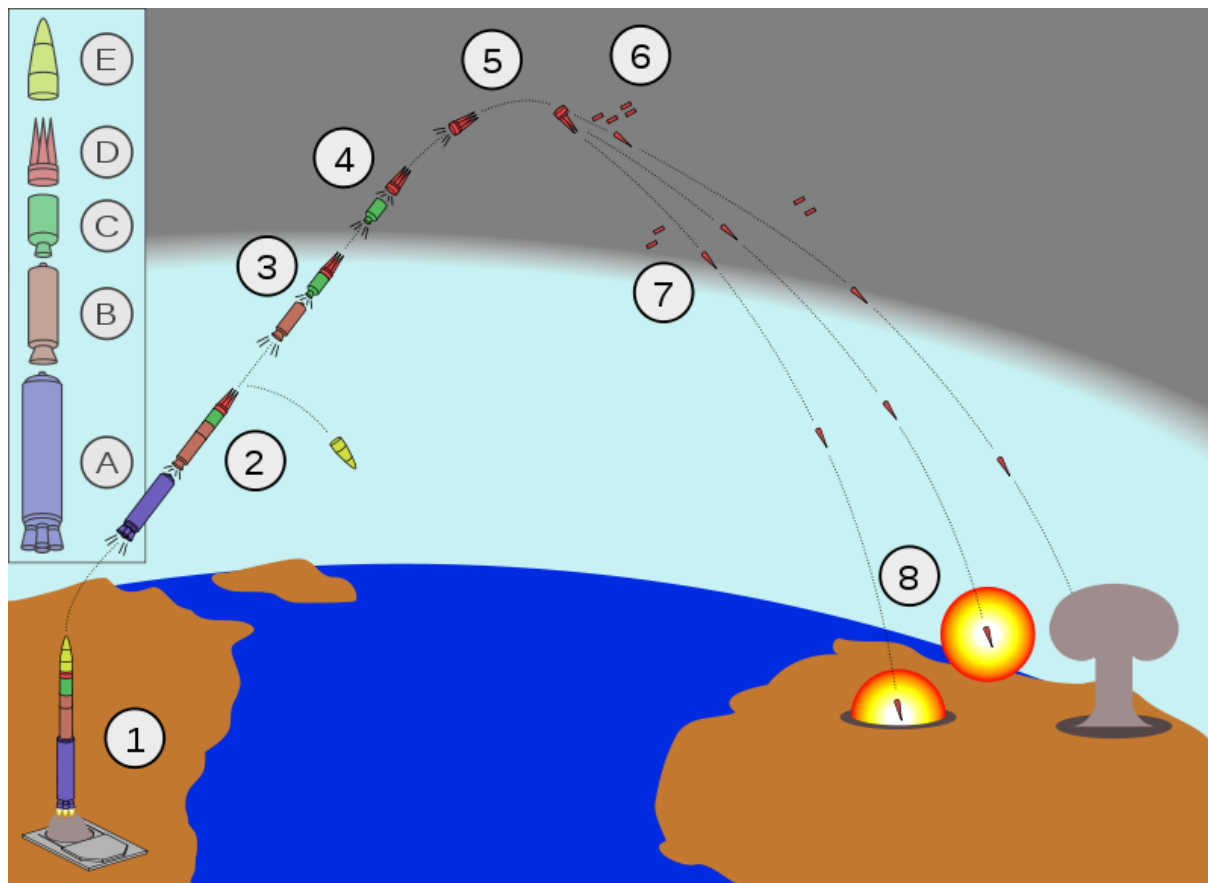
Repülés közben a rakéta irányításáért felelős számítógép (MGS) felelős a rakéta megadott pályán tartásáért és a visszatérő egységek célba juttatásért.

A gyorsítási szakaszban az MGS határozza meg a rakéta irányát az első fokozat fúvókáinak állítása révén. Ugyancsak a számítógép felel az első fokozat leválasztásáért és a második fokozat hajtóművének begyújtásáért is.

Természetesen a számítógép parancsai határozzák meg a rakéta útját az első fokozat leválasztása után is.

A számítógép vezényli le a második fokozat leválasztását és a harmadik fokozat begyújtását és az előre meghatározott pályára állítását.

Amikor a visszatérő egységeket szállító egység (post-boost vehicle -- PBV) leválik a harmadik fokozatról, a számítógép a visszatérő egységek leválasztásához előre megadott pontjára vezérli a PBV-t. Miután ez megtörtént a visszatérő egységeket élesítik és leválasztják a hordozó egységről, mely után a visszatérő egységek egyedi pályán haladnak céljuk felé.



MIRV Minuteman III röppálya

Irányítási rendszer

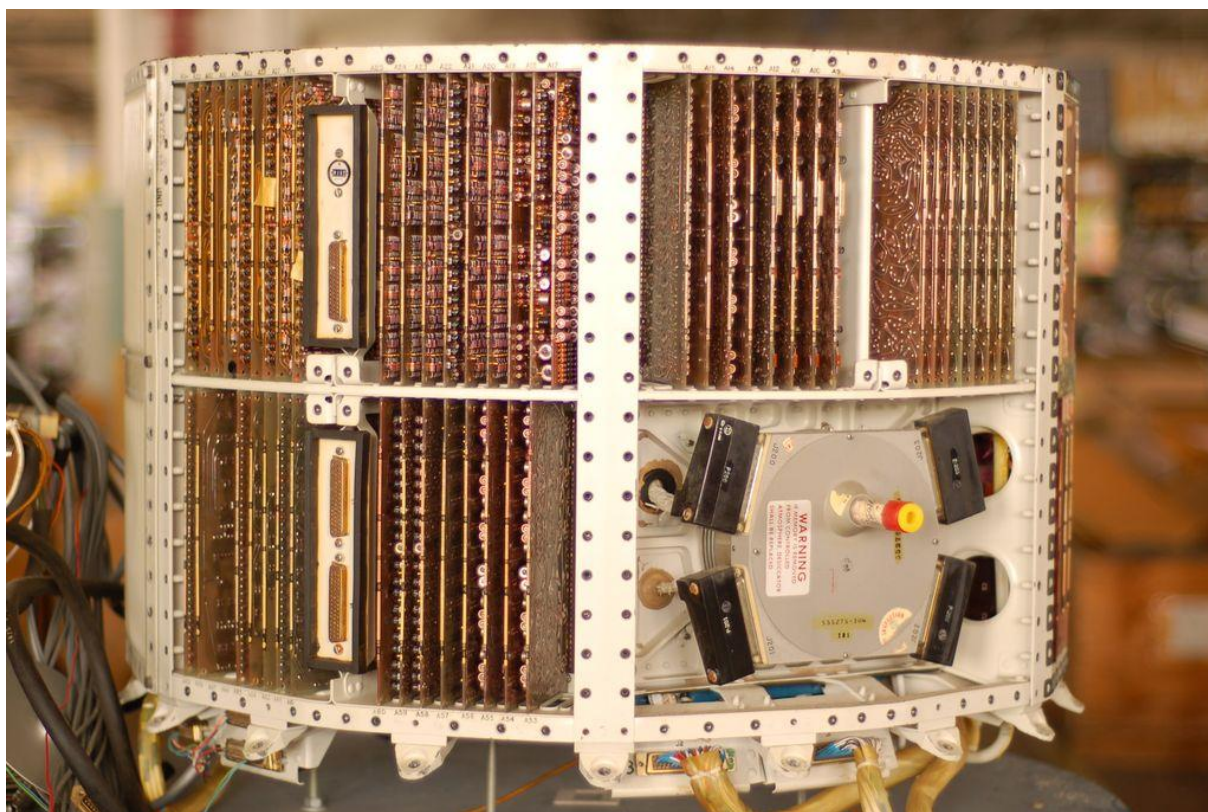
Az Autonetics Division of Rockwell International gyártotta és modernizálta mindhárom generációs Minuteman irányítási rendszerét (e divízió jelenleg a Boeing része).

Az irányítási rendszer teljesen inerciális, mely többek között magában foglalja a fedélzeti számítógépet. A legmagasabb készenléti állapot esetén az irányítási rendszer folyamatosan működött, biztosítva a rakéta 1 percen belüli indíthatóságát.

A kilövés után az irányítási rendszer beállításai már nem lehetett a földről változtatni, így akarták megakadályozni, hogy az ellenség módosíthassa a rakéta pályáját.

Az egyes Minuteman generációkba egyre modernebb rendszereket telepítettek, mely a rakéták megbízhatóságában és sebezhetőségük csökkenésében is megmutatkozott.

A Boeing által fejlesztett NS-50 irányítási rendszert, pont e rendszerek cseréjét célzó modernizációs program keretében, 2008 végére telepítették.



Irányításért felelős fedélzeti számítógép

Minuteman II kivonás és a bázisok megsemmisítése

Megközelítőleg a 20. század harmadán keresztül álltak őrt a Minuteman rakéták az USA északi határa mentén, de a hidegháború végén, 1991-ben megkötött START I. (Strategic Arms Reduction Treaty, Stratégiai Fegyvereket Korlátozó Egyezmény) szerződés hatására döntés született egyes bázisok bezárásáról.

Egész pontosan 1991. szeptember 27-én George H.W. Bush bejelentette drasztikus "béke tervét". A terv részeként elrendelte valamennyi Minuteman II rakéta készenléti állapotból történő -- 72 órán belüli -- kivonását.

A fenti döntés után a Pentagon ahelyett, hogy a silók átalakítása után Minuteman III rakétákat telepített volna, inkább a silók felrobbantása mellett döntött, segítve így a START egyezményben foglalt korlátozásoknak történő mihamarabbi megfelelést.

A START egyezmény előírásai értelmében 2001 novemberéig kellett befejezni a silók semlegesítését, vagy azok felrobbantása, vagy végleges betemetése útján.

A leszerelés és a Montana-i Malmstrom bázist, Missouri-i Whiteman bázist és a Grand Forks bázist érintette.

1997-re valamennyi a Whiteman bázison lévő rakéta silót (150 db) és kilövésvezérlőt megsemmisítettek, kivéve egyet, az Oscar-01 jelzésű földalatti kilövésvezérlőt megkímélték és megnyitották az érdeklődők számára

A Malmstrom bázishoz tartozó 150 db Minuteman II-t elszállították és a silókat átalakították Minuteman III rakéták számára. A Minuteman III rakétákat a Grand Forks-i bázisról szállították a silókba.

A Grand Forks bázison, melynek deaktiválásáról még 1995-ben döntöttek, az ottani rakéták elszállítása után 1998-ban elkezdődhetek a robbantások. Az első -- Kanada határától néhány mérföldre található -- silót 1998. október 6-án robbantották fel.

A Légierővel együttműködő testület felügyelte azt a 13 758 000 dollár összértékű szerződést, melynek keretében megbízták a Veit and Company Inc és Demteck for demolition cégeket a Grand Forks-i 150 db siló és 15 db földalatti kilövés vezérlő központ megsemmisítésével.

A szerződés alapján három szakaszban került volna sor a létesítmények megsemmisítésére, szakaszonként 50 siló és 5 központ.

A létesítmények 28 500 km²-nyi területen helyezkedtek el, melyeket Grand Forks-tól autóval 30 perctől 3,5 óráig tartó utazással lehetett elérni.

A robbantásokat végrehajtóknak viszonylag egyszerű dolguk volt, hiszen jó lehet több évtizede épült földalatti létesítményekről volt szó a Légierő pedáns módon megőrizte az évek során végrehajtott átalakításokról készült terveket, feljegyzéseket, így a munkálatok során pontosan lehetett tudni hol, mit kell felrobbantani majd.

A fentiek ellenére a megsemmisítést végzőknek végig kellett járniuk az összes felrobbantásra kijelölt földalatti létesítményt, az esetleges eltérések kiszűrése céljából, mely nem kis időt emésztett fel.

A silók és központok felrobbantása mellett környezeti hatásokkal is kellett számolni, hiszen a robbantások után is maradtak a korábbi létesítményekhez tartozó felszerelések, tartályok a helyszíneken, melyeket külön el kellett szállítani, vagy ha helyben hagyták, akkor szabályokat kell kidolgozni azok tárolására.

Összegezve nem volt elég a robbantási munkákat elvégezni, garantálni kellett, hogy bárki is üzemeltesse ezeket a helyeket a jövőben teljesen biztonságban legyen és ne kelljen semmilyen szennyeződéstől tartani.

A silórobbantások az alábbiak szerint zajlottak: első körben eltávolították a silók falára helyezett acéllemezeket, majd lyukakat fúrtak a betonfalban, melyekben 360 kg robbanóanyagot raktak, majd robbantottak. A folyamat a silók ajtajának kinyitásától számítva 180 napot vett igénybe.

A berobbanások után, a START egyezmény értelmében, 90 napot kellett biztosítani az oroszoknak (helyesebben műholdjaiknak), hogy megvizsgálhassák valóban a szerződés szerint zajlott-e a silók megsemmisítése.

A 90 nap letelte után visszatérhettek a munkások és a silók törmelékkel be nem temetett részét lebetonozták, majd földet helyeztek rá, így szintbe hozva a

megsemmisített silók feletti területet, amibe fűmagokat szórtak, még jobban eltüntetve a silók nyomait.

Az egyes silók megsemmisítése után következtek a kilövésvezérlő központok. Azok esetén a használható dolgok eltávolítása után lehegesztették a bejáratú acélajtót és feltöltötték a liftaknát, elérhetetlenné téve a földalatti központot.

Fontos kiemelni, hogy a START egyezmény nem tiltotta a bezárt létesítmények oktatási, ismeretterjesztő célból történő közszemlére vételét, e szabály alapján.

A Grand Forks bázis Hadieszköz Parancsnoksága és észak-dakotai Állami Történeli Társaság megállapodást kötött a Minuteman rendszer észak-dakotai szerepével kapcsolatos tárgyak közszemlére vételéről.

A közszemlére tett tárgyak és képek között helyezték el a kilövés vezérlő központok falára, a legénység által, felrajzolt graffitikról készült fotók is.

Felhasznált irodalom

- http://en.wikipedia.org/wiki/LGM-30_Minuteman
- http://www.strategic-air-command.com/missiles/Minuteman/Minuteman_Missile_History.htm
- <http://www.techbastard.com/missile/minuteman/index.php>

Képek

- <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Minuteman3launch.jpg>
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Minuteman_I.jpg
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Minuteman_I_test_silos_at_Edwards_AFB.png
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mobile_Minuteman_Artist_Conception.png
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mobile_Minuteman_train.png
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Minuteman_II.jpg
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Minuteman_II.jpg
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:W78_MK12A_RV_Minuteman_III.jpg
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Minuteman_comparison.png
- <http://www.flickr.com/photos/criminalintent/290888951>
- <http://www.jonahhouse.org/WMD%20Here%20Plowshares/silo%20graphic.htm>
- <http://www.techbastard.com/missile/minuteman/alertfacility.php>
- <http://www.jonahhouse.org/WMD%20Here%20Plowshares/silo%20graphic.htm>
- <http://www.spacearchive.info/2005-09-14-lockett-minuteman.jpg>
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Minuteman_III_MIRV_path.svg
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Autonetics_D-17.JPG

Lezárás dátuma: 2010. május