

A hidegháborús harckocsik páncélzata

A munkám célja alapvetően az ismeretterjesztés. Manapság számos háborús konfliktust követhetnek végig a TV nézők az esti híradásokban. Ezen konfliktusok főszereplői nagyrészt a mai napig a hidegháború során megtervezett és gyártott harckocsik. Ezért az ismertebb, nagy sorozatban gyártott, számtalan helyre exportált harcjárművek védelmi képességének a bemutatása a célom. Ezt egy időskála alkalmazásával teszem még áttekinthetőbbé, hogy a fej-fej mellett folyó nyugati és szovjet harckocsi fejlesztéseket nyomon tudjuk követni. Azok eredményeit, össze tudjuk vetni, különös tekintetben az adott korszakban alkalmazott páncéltörő fegyverek tükrében. Történetünk a hidegháború '60-as éveiben veszi kezdetét, és végig követi majd az első generációs harckocsik történetének a végét, és a megszülető második generációs harckocsik történetét egészen napjainkig.

Tartalomjegyzék

Fogalomtár	2
Kiegészítő fogalmak:.....	11
T-55.....	13
T-62.....	17
M60	19
Leopárd 1	22
AMX-30.....	28
Chieftain	31
T-64A/T-64B	40
T-72B.....	45
T-80U.....	51
Leopárd 2	60
M1 Abrams:.....	69
Challenger 1	72
A mai modern harcjárművek páncélvédelme	73

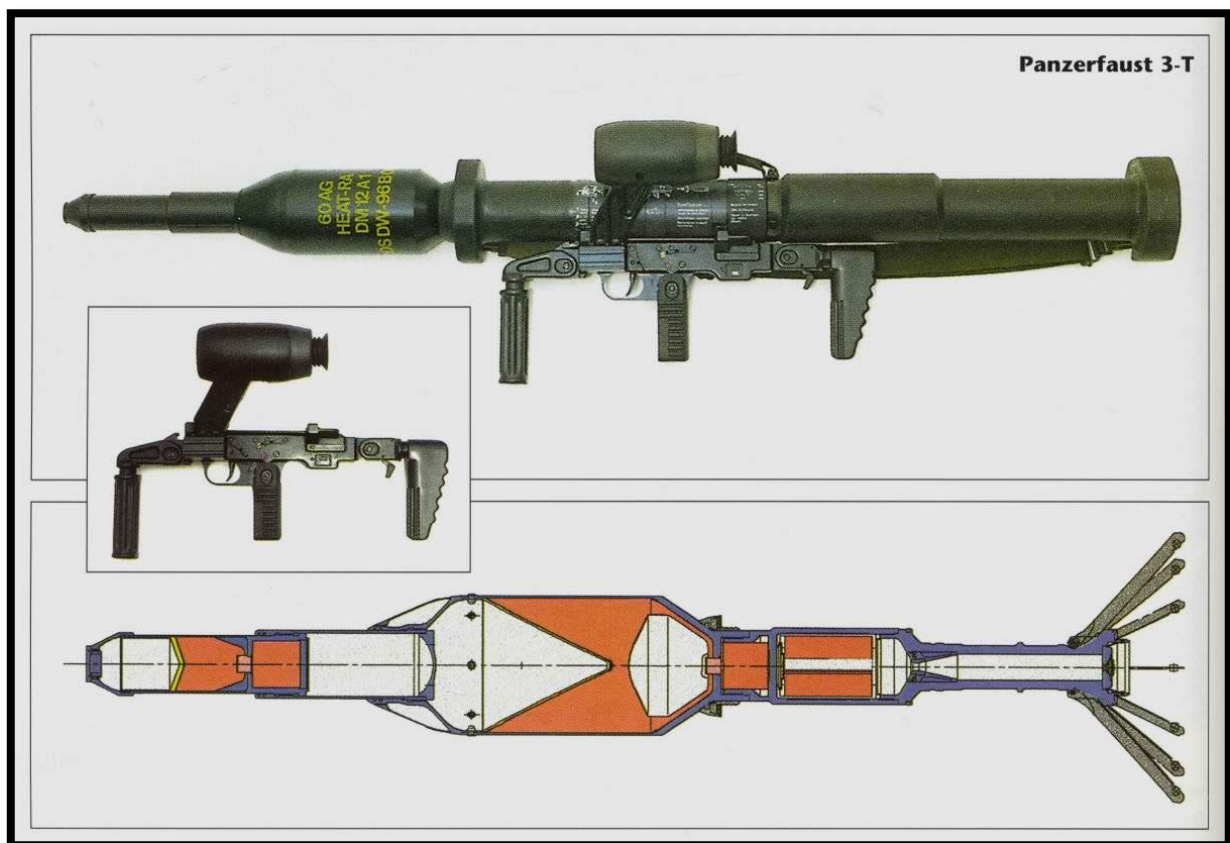
Fogalomtár

A közérthetőség kedvéért kezdjük a fogalomtárral és a számításoknál használt alapvetésekkel:

Az elemzésem egy elvi síkú számítás és összehasonlítás lesz az ismert ábrák alapján. A számításaim kizárólag kinetikus lövedékekre vonatkoznak (KE), mivel a HEAT-NERA kölcsönhatás elég bonyolult, nagyban függ a NERA pontos anyagától és annak, réteg számától és dőlésszögétől is. Emellett a NERA speciális tulajdonsága, hogy a HEAT csúcsa mindig átjut rajta, így önmagában a NERA nem véd HEAT ellen.

HEAT (High Explosive Anti-Tank): Kumulatív sugaras harckocsi elhárító lövedék:

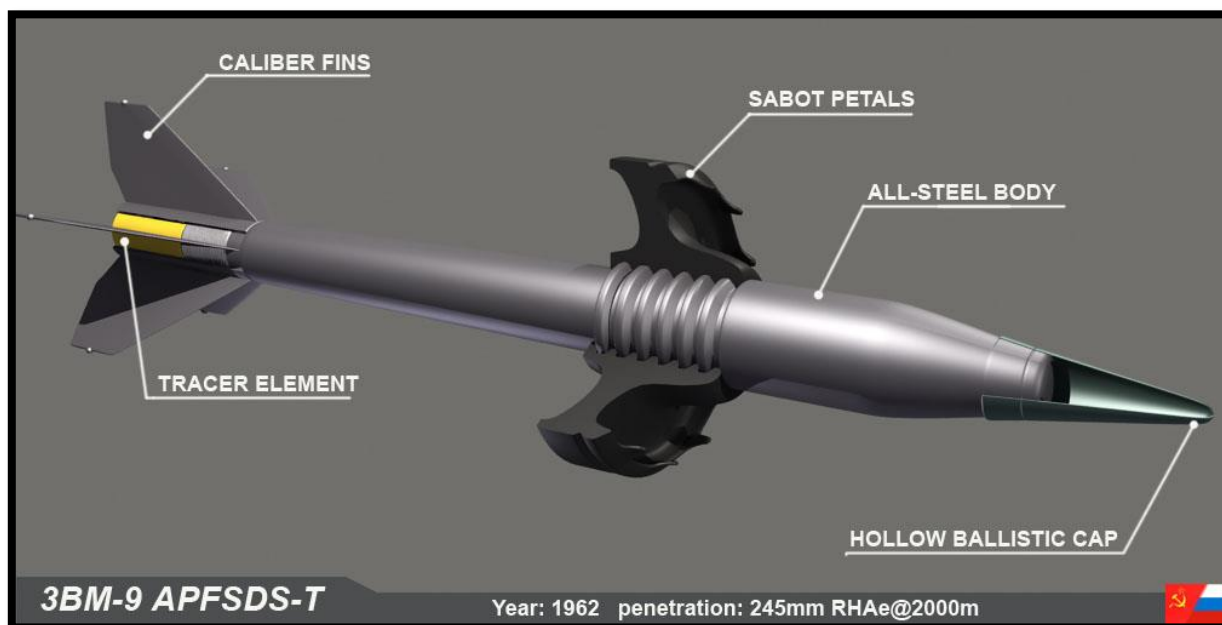
A HEAT robbanó fejeket széleskörűen alkalmazzák könnyű súlyuk és könnyű előállíthatóságuk miatt. A működési elvük alapvetően az, hogy nagy erejű robbanószerrel egy fémtölcserből (általában réz) nagy kinetikus energiájú fémsugarat formáznak. Ezen fémsugár kis felületre nagy mozgási energiát képes átadni, folyamatos jelleggel, így képes átlukasztani a páncélzat anyagát.



A képen a Panzerfaust 3T tandem HEAT robbanófejes rakéta póthajtású gránát

KE: Kinetikus energiával romboló lövedékek összefoglaló neve.

Ezek a lövedékek alapvetően a saját mozgási energiájukkal rombolnak. Célszerű minél keményebb anyagból készíteni őket. Áthatolási képességüket nagyban befolyásolja a formájuk és a hosszúság-átmérő (L/D) arányuk.



A képen a szovjet 3BM-9-es, kinetikus, vagyis mozgási energiával romboló lövedék

NERA (Non-Explosive Reactive Armor): Nem robbanó reaktív páncélzat:

A NERA egy olyan páncélzat típus, amely a felrobbanó HEAT lövedék által képzett kumulatív sugár kinetikus energiája hoz működésbe. Működési elve a hatás-ellenhatás elvén alapul. Alapvető célja, hogy saját mozgása és deformációja által kárt tegyen a páncélzaton éppen áthatoló kumulatív sugárban. A NERA speciális tulajdonsága, hogy a HEAT által képzett kumulatív sugár csúcsa mindig átjut rajta, így önmagában a NERA nem véd HEAT töltetek ellen. E mellett működésük hatékonyságát nagyban befolyásolja a NERA lapok beépítési szöge. 45 fok feletti beépítés esetén nem működnek kellő hatékonysággal. Minél laposabb szögben találja el a NERA lapot a kumulatív sugár, annál nagyobb a NERA páncéllap által kifejtett védelem. A NERA lapoknál gyakori a nagy keménységű acél alkalmazása (HSLA), viszont a NERA felfogatása mindig rugalmas, pont a HEAT lőszer miatt. Ez KE lövedékek ellen nem ideális. Emellett a NERA blokkok vékony lapokból épülnek fel így KE lövedékek ellen a védelmi képességük korlátozott. Az eltérő NERA blokkok felépítésükből adódóan eltérő védelmi képességekkel bírhatnak, de a vizsgált korszakban (80-as évek) a NERA blokkok mind nyugaton mind keleten hasonló felépítésűek voltak. Ez egy hagyományos RHA lapot, egy réteg gumit és egy vékonyabb HSLA lapot jelentet.



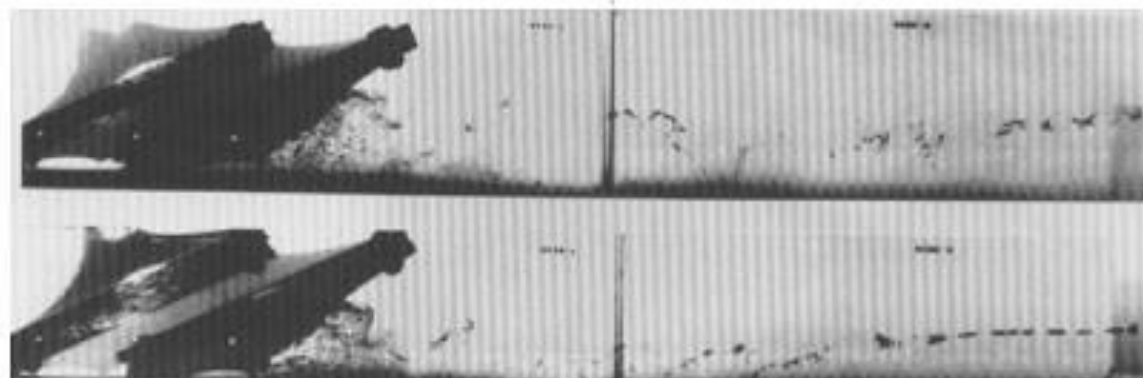
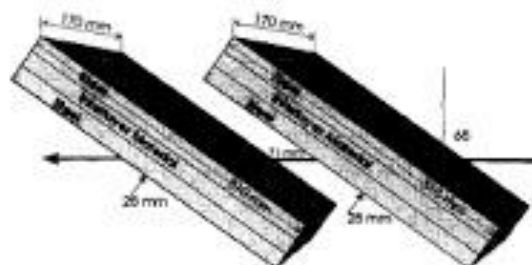
A képen a modern harckocsik NERA páncélzata

Shaped Charge Jet Interaction with Highly Effective Passive Sandwich Systems - Experiments and Analysis

K. Thoma, D. Vinckier, and J. Kiermeir

CONDAT GmbH, D-85298 Fernhag (Germany)

For all tests, a shaped charge calibre 136 mm with a 60 degree copper cone and wave shaping was used. The maximum penetration of this charge is 950 mm in RHA at a standoff of 6 calibre. The jet tip velocity is 8250 m/s. Figure 1 gives the measured cumulated jet length against jet velocity. Figure 2 shows the jet particle diameter as a function of the velocity.



A series of 10 tests with an identical geometrical setup was done. The only variation was in the type of interlayer material. Five different materials were used, which will be designated in the following with numbers 1 to 5. Reference materials were an elastomer (no.4) and an FRP (fiber reinforced plastics, no.5). The materials 1 to 3 are optimized materials, developed by IBD for applications as sandwich interlayer material. For each material, two tests were done. Table 1 gives an overview of the tests.

Double NERA layers, placed at far from optimum angle 60 degree, reduce perforation from 950mm RHA to only 14-81mm. In worst case CP was equal to CP= 91%

Table 1: Overview of the Tests

Test No.	Material	V_{jet} [m/s]	P_{res} [mm]
1a	1	6110	22
1b	1	5180	15
2a	2	6170	24
2b	2	5960	14
3a	3	6090	41
3b	3	5250	81
4a	4 (Elastomer)	5820	107
4b	4 (Elastomer)	5500	79
5a	5 (FRP)	—	57
5b	5 (FRP)	5050	62

Notations:

V_{jet} : Measured velocity of the fastest jet particle behind the sandwich system

P_{res} : Measured residual jet penetration in the witness plate

A fenti képen modern NERA páncélzat működés közben.

RHA (Rolled Homogeneous Armour): hengerelt homogén acélpáncél:

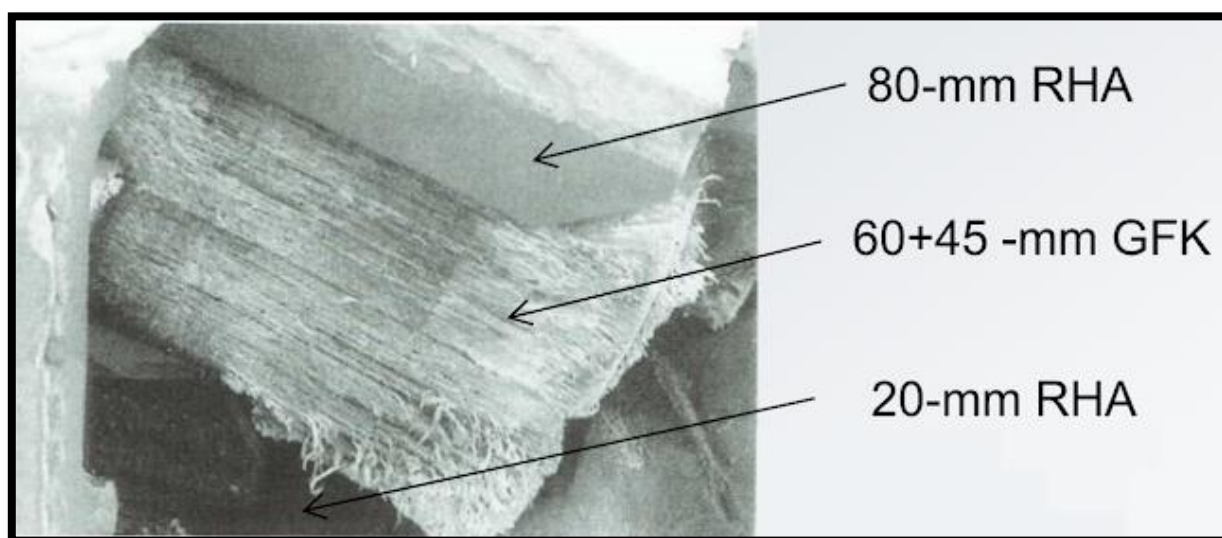
A harckocsik hagyományos páncéltest építő eleme az RHA. Ez egy nikkel ötvözetű kemény acél típus, amely elterjedt volt a II. világháború idején. Mivel minden hadviselő fél használta ezért ebben fejezik ki a harckocsik védelmi képességét. Az RHA keménysége 320-350 HB között van. A hagyományos acélé 120 HB. Ez jól mutatja, hogy az RHA komoly védelmet képes nyújtani bármely jármű számára, így a mai napig elterjedten alkalmazzák. A Brinell-keménység (HB) méri a szilárd testek ellenállását egy acélgolyó bemélyedésekor, amit egy megadott erővel préselünk a vizsgálandó fém felületére. Az eljárást a svéd Johan August Brinell mérnök vezette be 1900-ban, az acél hőkezelésén dolgozva, és mint szabvány 1924-ben jelent meg ez az anyagvizsgálati eljárás.

CST (Cast Steel): Öntött páncél acél:

A szovjet harckocsik öntött tornyát és öntött páncél elemeinek védelmi képességét kicsit alacsonyabbnak értékelem az RHA lemeznél. A fellelhető kutatási adatok alapján a szovjet öntött páncélok közelítik az RHA teljesítményét, de azt konkrétan nem érik el. A szovjet páncél öntvények általában 270-290 HB közötti keménységet tudtak. Ilyen acél volt például a szovjet MBL-1. A nyugati harcjárművek öntött szerkezetei szintén hasonló tulajdonságokkal rendelkeztek. Az anyag edzésének a tekintetében voltak csak minőségbeli eltérések.

Textolit: Laminált üvegszálak kompozit páncél:

A szovjetek által használt laminált üvegszálak kompozit páncél (textolit) KE képessége a szakirodalom alapján 20%-a a hengerelt páncélacélnek. Amennyire ismert a textolit S típusú üvegszálból és bakelit mátrix anyagból készült.



A képen a szovjet T-72A páncélzata

HSLA (High-Strength Low-Alloy steel): nagy szilárdságú, alacsonyán ötvözött acél:

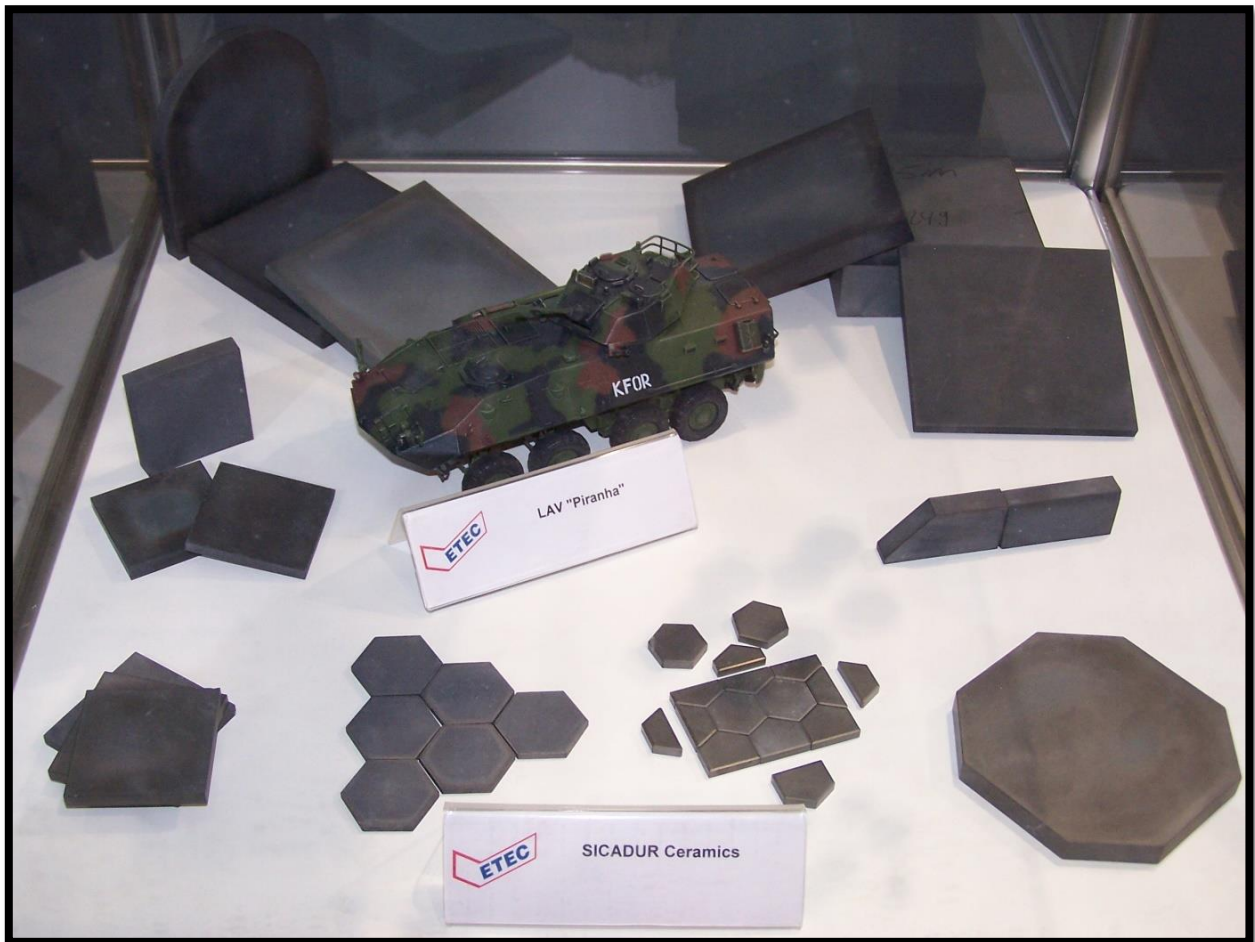
A HSLA acélok esetén nagyobb védelmet számolok az RHA-nál, itt is majd az eddigi olvasmányaim alapján korrigálok. Az RHA 320-350 HB közötti keménységgel bír, még a tipikus HSLA acélok a80-as évekig 450-500 HB-t tudtak. Ma a legjobb HSLA acélok már elérhetik a 600 HB-s keménységet is. Emellett tudni kell, hogy a keménység önmagában nem elegendő. A páncél acélok általában szívós, kellő rugalmassággal is rendelkező anyagok.

Ilyen acél például a szovjet BTK-1SH, amely egy 450 HB-s ESR (Elektromos salak újraolvasztás) eljárással készült acél típus. A T-72B-ben használták.

Ugyan ilyen, a szintén szovjet BT-70SH, amely egy 500 HB-s bóracél. Utóbbi vékonyabb anyagvastagság esetén 570 HB-ig volt keményíthető. Ilyen acél található például a T-80U-ban. Ehhez hasonló acélok nyugaton is rendelkezésre álltak már a 70-es évektől.

Korund: Alumíniumoxid fémkerámia:

A kerámia kompozitok esetén a 2000-es évekig korundot használtak, más néven ipari zafírt. A korund korrekciós értéke szintén más szerzők által megadott tudományosan megállapított szorzó alapján került megállapításra. Ez adott vastagság esetén 140%-os védelmet jelent az RHA-hoz képest. Emellett a korund tömege is alacsonyabb, mint az acélé. A korund köbméterenként 4 tonna, míg az acél 7,9 tonna súlyú. De a korund esetén figyelembe kell venni, hogy a harckocsik tornyában kitöltő anyaggal együtt alkalmazták. Manapság S2-s laminált üvegszál kompozitokban használják bélésanyagként, páncélzat céljából.



A képen kerámia páncél csempék láthatóak

Alább olvashatóak a különböző anyagok páncélzat RHA egyenértékei:

RHA: 1

Textolit: 0,2

Alumínium: 0.3

NERA: 0,7

CST: 0,9

HSLA: 1.3

Korund: 1.4

Páncélzati dőlésszög számítások alapelvei:

A védelmi számításoknál minden esetben vízszintes 0 fokos becsapódási szöggel számolok, a fő páncélon át húzott virtuális vonal alapján, pontosan szemből (0 fok) érkező találattal.

A fő páncélzatnak a harckocsi front része számít, vagyis a harckocsi tornyának ágyú felőli része és annak két oldala, illetve a harckocsi teknőjének ugyan ezen az oldalon lévő front része. A számításom alapját képező virtuális átütési vonalat lilával fogom jelölni a rajzokon.

A harckocsik egyéb páncélvédelmével csak említés szintjén foglalkozom, számításokat ott nem végzek.

A páncélok sok esetben meg vannak döntve a függőlegeshez képest. A függőleges tengely a 90 fok, míg a vízszintes a 0 fok.

Mivel a páncélzat védelmi képességeit a lövedékkel bezárt szög alapján korrigáljuk, így a 0 fokos (vízszintesen) szögben érkező lövedéket tekintem számítási alapnak. Ennek megfelelően a vízszinttől való eltéréssel jellemzem majd egy adott páncél védelmi szögét, ez a szám minden esetben pozitív.

Általában a 65 foknál magasabb döntöttséget nem érdemes figyelembe venni a számításoknál, mert elhanyagolható szorzó számmal rendelkeznek a páncélvédelem szempontjából. A való életben, mivel nem pont szemből érkeznek a találatok, és a ballisztika miatt a beérkező lövedékeknek is van egy minimálisan bezárt szöge a 0-hoz képest. Így a 65 foknál magasabb szögeket a számolásnál nem veszem figyelembe! Emellett a lekerekített, öntött tornyok felületében komoly szórás van, így azok védelme adott pont mentén becsülhető. Attól minden eltérő helyen fölvelt metszéspont minimálisan el fog térni.

A páncéloknál a nevezetes dőlésszögek szorzó tényezői 0/0 fokos szögben érkező találatok esetén a függőlegeshez viszonyítva:

Függőleges páncél (derékszögben áll a becsapódás irányára)

90 fok: 1

Enyhén döntött páncél (elenyésző védelemnövekedés)

65 fok: 1,1

Közepesen döntött páncél (érdemi védelemnövekedés)

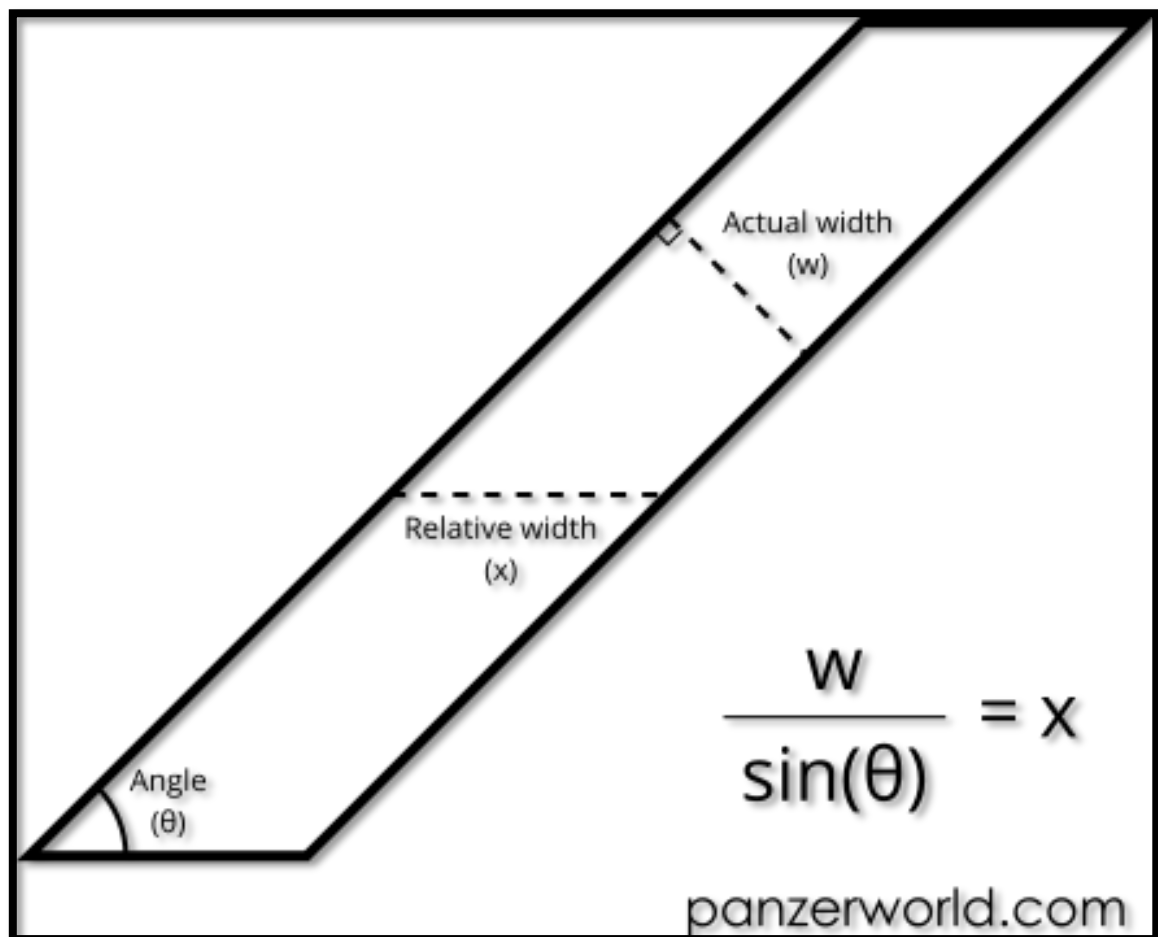
45 fok: 1,4

Erősen döntött páncélzat (kétszeres védelem a derékszögben álló páncélhoz képest)

30 fok: 2

Extrém módon döntött páncélzat (jelentős védelemnövekedés)

22 fok: 2,7



A fenti képen egy döntött páncéllap látható.

Az „Angle” a páncélzat dőlési szöge a vízszintestől számított (0 fok-tól)

A „Relative width” a relatív vastagság, vagyis az út, amit a lövedéknek valójában meg kell tennie a páncélzaton való áthatoláshoz

„Actual width” a páncéllemez valódi vastagsága

Egy 45 fokos szögben álló 100 mm valós vastagságú páncéllemez, a dőlésszöge miatt 140 mm valós vastagságú, függőlegesen, derékszögben álló (90fok) páncéllemeznek felel meg.

Kiegészítő fogalmak:

MBT (Main Battle Tank):

Alap harckocsi a magyar terminológia szerint

APFSDS-T (armour piercing fin stabilised discarding sabot-tracer):

Leváló köpenyes, szárnystabilizált, úrméret alatti páncéltörő nyíllövedék-nyomjelzővel

HE (High Explosive):

Repszromboló gránát

HEAT-FS (High Explosive Anti-Tank-Fin Stabilized):

Szárnystabilizált, kumulatív sugaras, páncéltörő robbanó lövedék

HEAT-MP (High Explosive Anti-Tank-Multi Purpose):

Többcélú, kumulatív sugaras páncéltörő repeszromboló lövedék

HESH (High-explosive squash head):

Nagy robbanóerejű, rogyókúpos repeszgránát

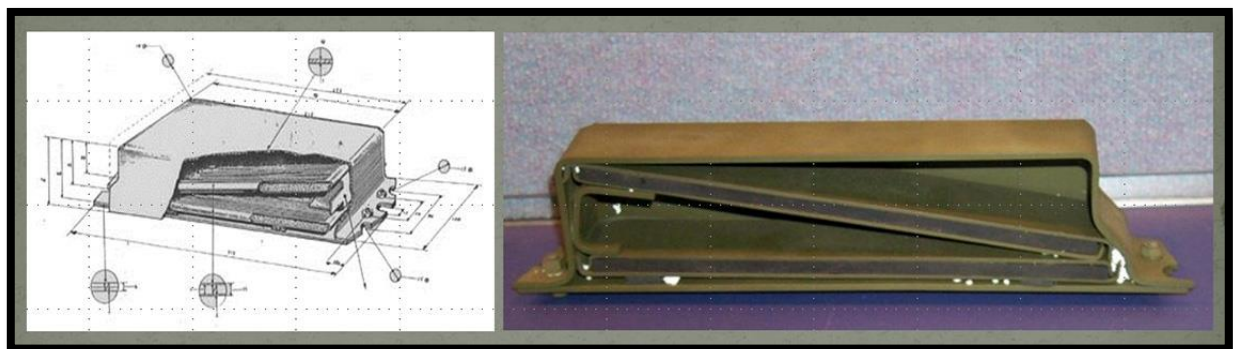
APS (Active Protection System):

Aktív elhárító töltetekkel dolgozó védelmi rendszer

ERA (Explosive Reactive Armor):

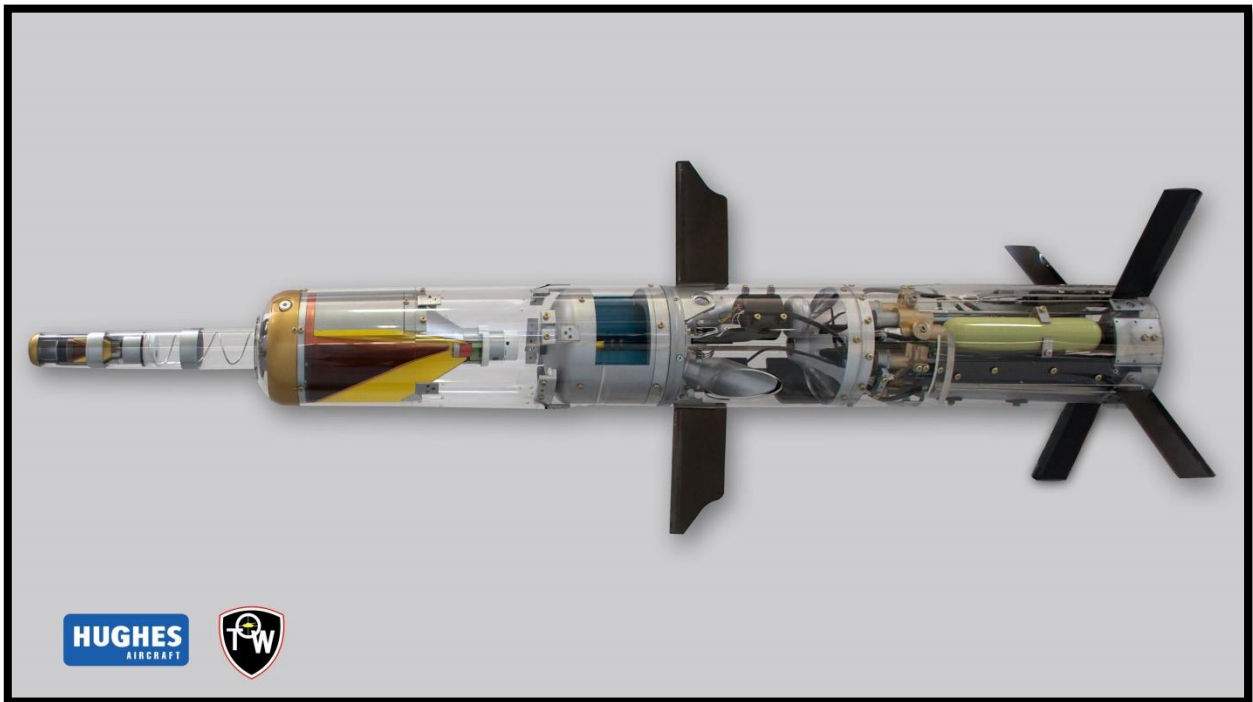
Robbanó reaktív páncél.

Működése: robbanás energiájával a beérkező kumulatív-sugár vagy nyíllövedék átütőképességét csökkenti.



A képen a Kontakt-1 szovjet reaktív páncél látható:

ATGM (Anti-Tank Guided Missile): Irányított páncéltörő rakéta



A képen a TOW irányított páncéltörő rakéta látható:

RPG (Rucsnj Protivotankovij Granatomjot): Rakéta póthajtású gránát



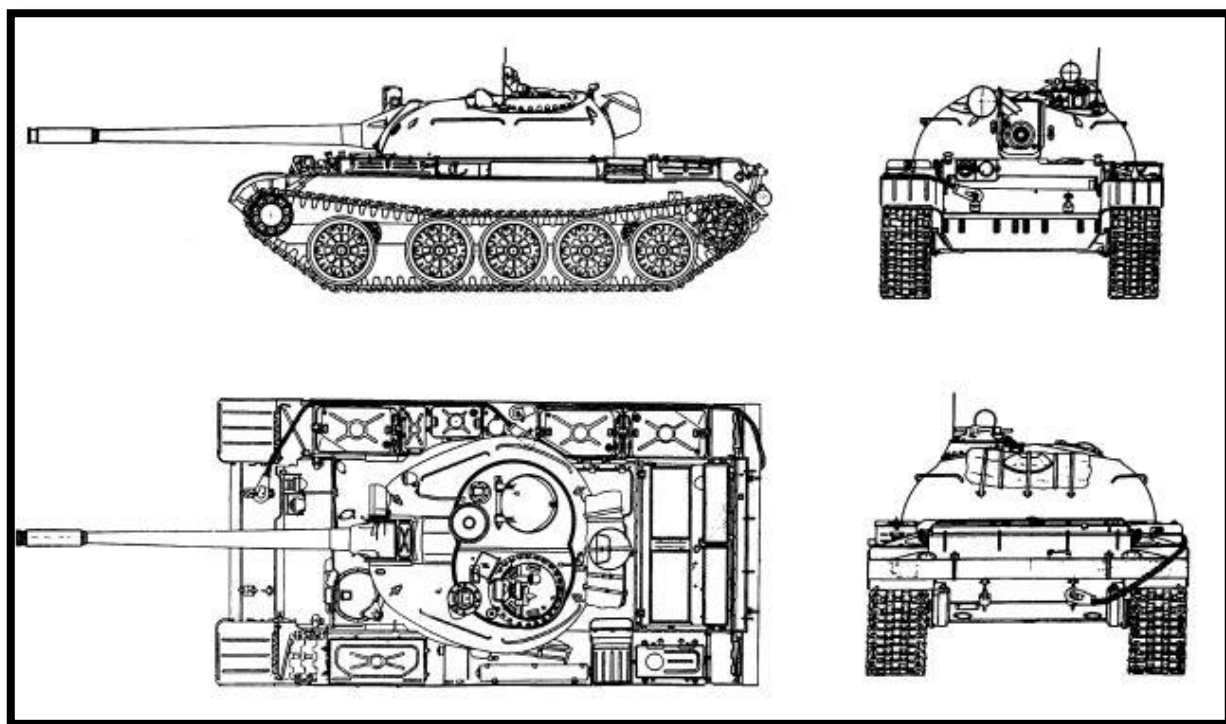
A képen az RPG-7 látható:

Az 1960-as és 1970-es évekre kifejlesztett főbb harckocsi típusok.

Ezek voltak az első generációs harckocsik utolsó szériái. Az első generációs harckocsik közé azokat soroljuk, amelyek alapvetően hengerelt és öntött acél páncélzattal rendelkeznek, huzagolt ágyúcsövű főfegyverzettel, korlátozott éjszakai harcképességgel. Ezen harckocsikat szolgálati idejük alatt részben modernizálták, de alapvető konstrukciós korlátaik megmaradtak.

T-55





A képen a T-55 harckocsi jellegrajza

A T-55-ös harckocsi a T-54-s tovább fejlesztéseként 1958-ban állt szolgálatba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6200

Teljes hossz: 9000

Szélesség: 3270

Magasság: 2350

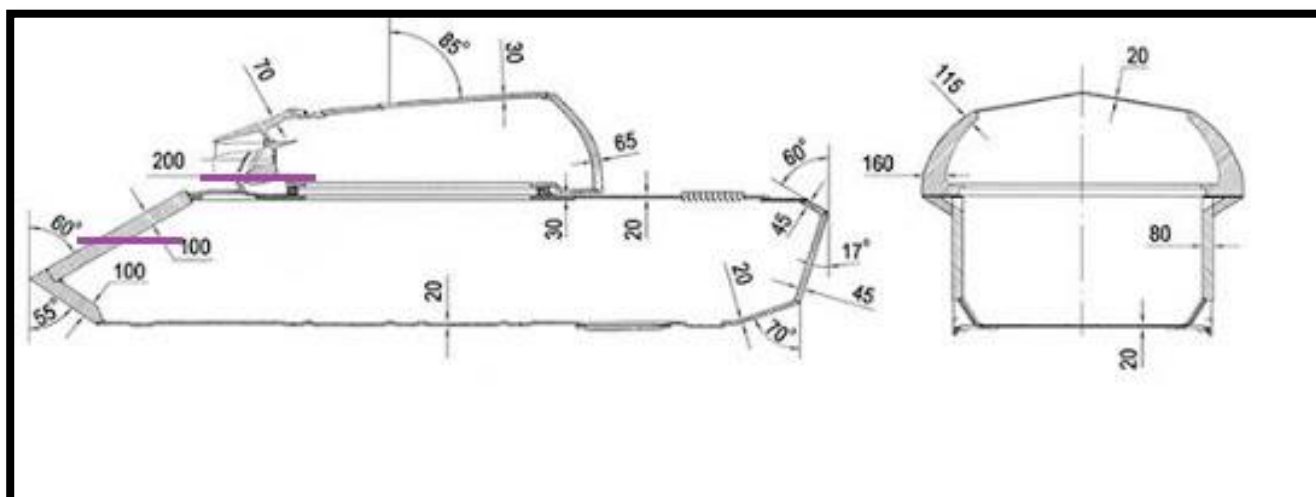
Lánctalp szélesség: 425

Súly: 36 tonna

Motor teljesítmény: 580 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 100 mm D-10T

Páncélzat:



A képen a T-55 harckocsi páncélzati felépítése látható

T-55 torony:

Tényleges: 200 mm CST

Átirat: 180 mm RHA

Összesen: 180 mm RHA

T-55 páncélteknő felső ív:

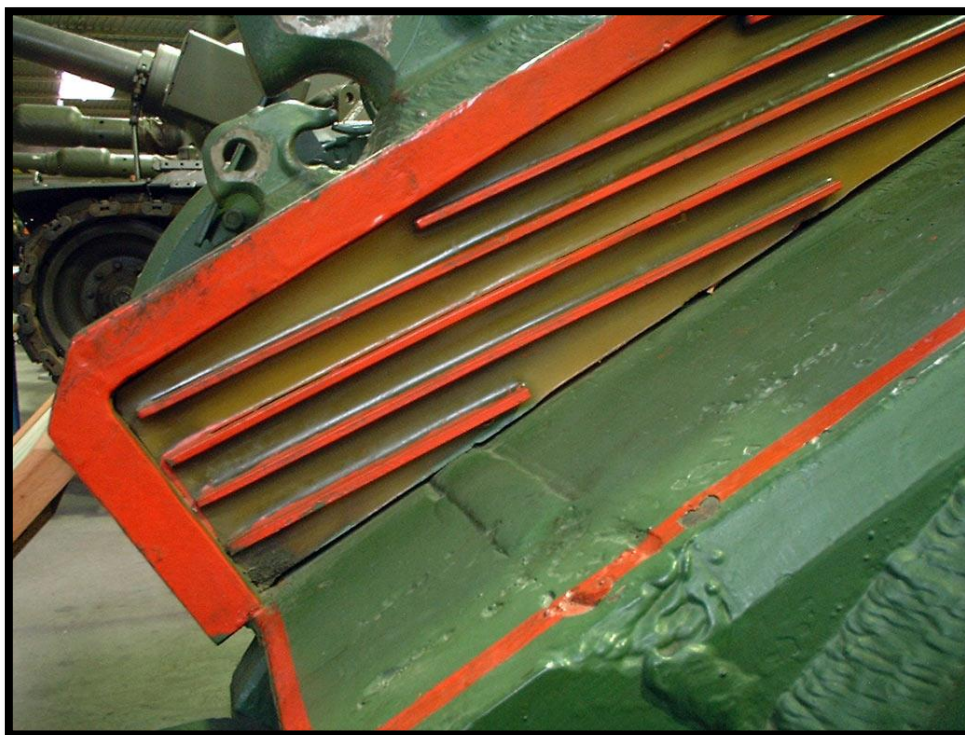
Tényleges: 100 mm RHA

Átirat: 200 mm RHA

Összesen: 200 mm RHA

Az első generációs harckocsik páncélzat számításánál egyszerű dolgunk van, hiszen vagy RHA vagy CST homogén értékkel van dolgunk. A torony lekerekített formája képes pár 10 mm-el megnövelni a 180 mm RHA értéket, de ez érdemben nem befolyásolja a harcjármű védelmét. A homlok páncélzat a 30 fokos dőlésszög miatt ad 200 mm RHA értéket.

A harckocsi KE és HEAT elleni védelme lényegében megegyező. A harckocsi oldal páncéljának és tetejének védelme a 60's évek géppuskái és gépágyúi ellen vannak méretezve. A harcjármű akna védelme kifejezetten gyenge. A harckocsiból készült később „AM” modernizáció, ami egy páncélzatfejlesztési csomag volt. A csomag műanyag ágyban elhelyezett acéllapokat tartalmazott, amelyek kb. 50%-al növelték meg a harcjármű kinetikus védelmét, a HEAT elleni védelmét pedig megduplázták a pótpáncélozott részeken.

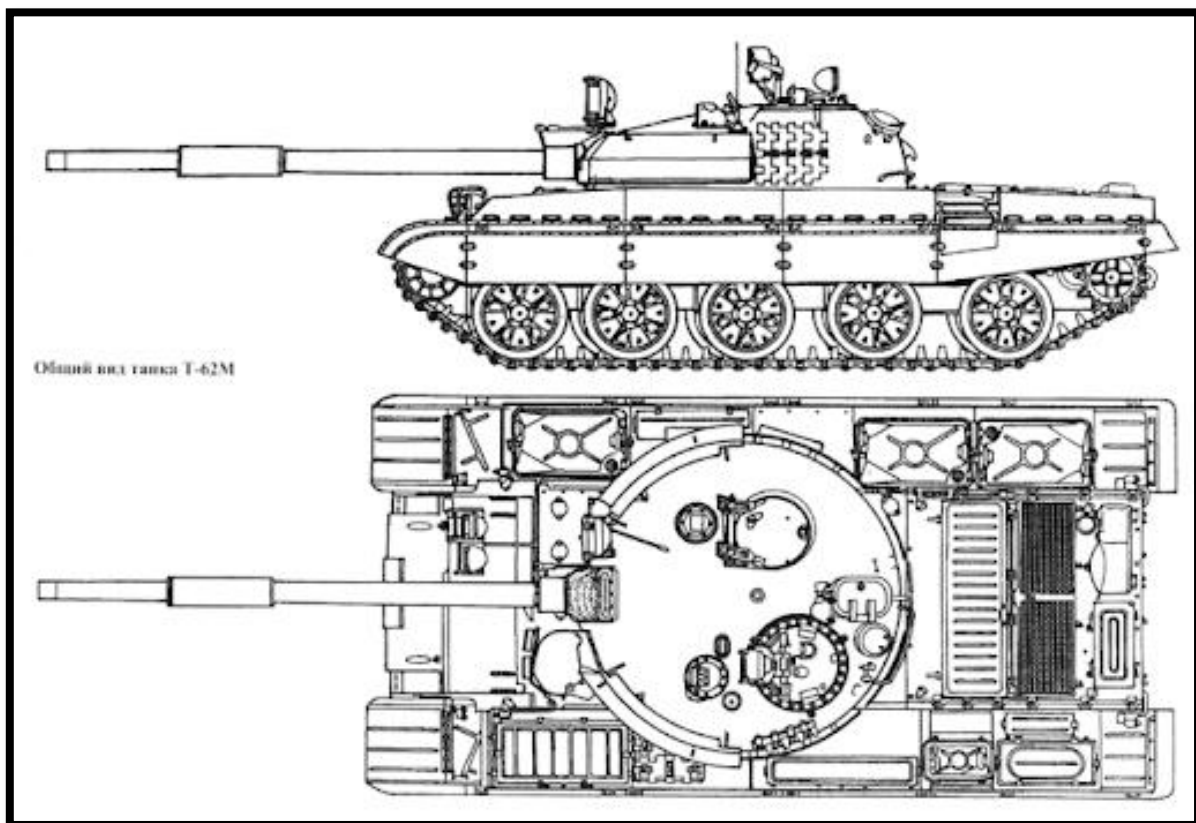


A fenti képen a BDD pótpáncélzat látható. Piros színnel jelölve az acél, homok színű a kitöltő anyag.



A fenti képen a T-55 harckocsi szétvágott oktató példánya:

T-62



A képen a T-62M kiegészítő páncélzattal felszerelt harckocsi jellegrajza látható

A T-62-es harckocsi a T-55-s tovább fejlesztéseként 1961-ben állt szolgálatba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6630

Teljes hossz: 9335

Szélesség: 3300

Magasság: 2395

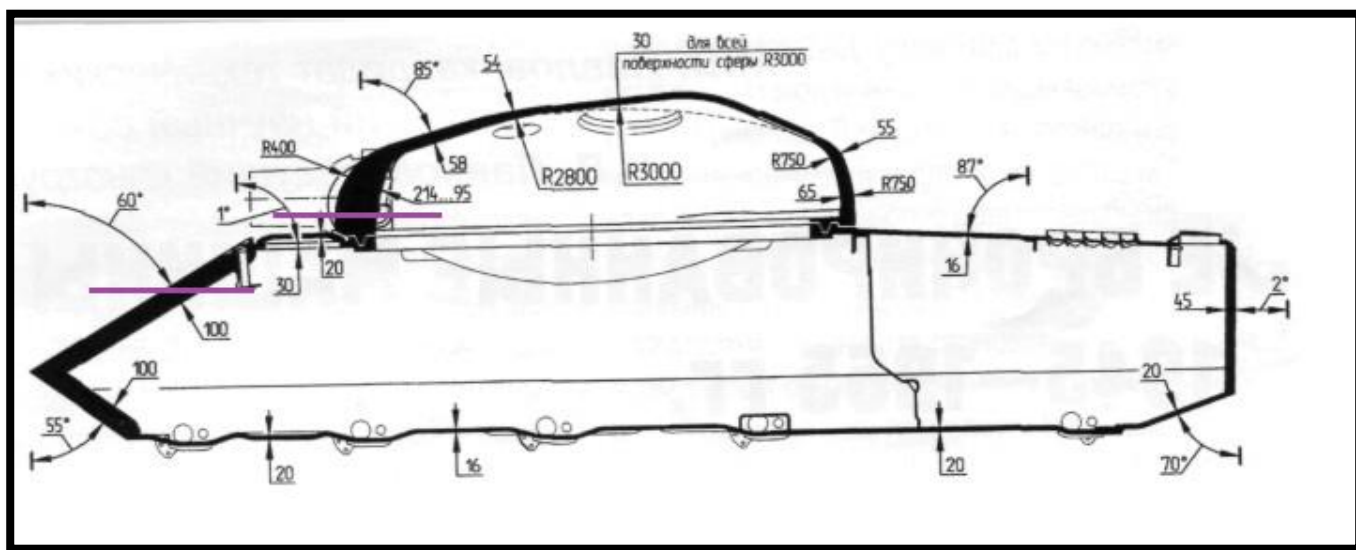
Lánctalp szélesség: 430

Súly: 37 tonna

Motor teljesítmény: 580-690 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 115 mm 2A20

Páncélzat:



A képen a T-62 harckocsi páncélzati felépítése látható

T-62 torony:

Tényleges: 214 mm CST (242 mm CST 1972 után)

Átirat: 193/218 mm RHA

Összesen: 193/218 mm RHA

T-62 páncélteknő felső ív:

Tényleges: 100 mm RHA

Átirat: 200 mm RHA

Összesen: 200 mm RHA

A T-62 esetén csak minimális előrelépés történt a páncélzat tekintetében. A lencse alakú torony ballisztikailag kedvezőbb geometriát kapott, és minimálisan megvastagították a frontpáncélzatát is. Az adott korszakban ezt a védelmet elegendőnek érezték a kisebb kaliberű páncéltörő fegyverekkel szemben. Illetve ebben a korszakban a páncélzat a legtöbb szolgálatban álló harckocsi típusnál, kisebb távolságokon nem nyújtott érdemben védelmet. A páncélzatok célja az volt, hogy adott harckocsi nagyobb távolságokon védve legyen, és hogy ez a távolság valamelyest csökkenthető legyen, így biztosítva a saját találat nagyobb esélyét. A legtöbb korabeli harckocsi, az akkor elérhető legjobb lőszerrel, nagy eséllyel képes volt leküzdeni bármely potenciális ellenséges harckocsit 2 km-nél kisebb lőtávolságon.

Ez részletesen látszódni fog majd a Leopárd 1 kapcsán berakott táblázatban. A T-62 esetén elsősorban a tűzerőt és a tűzvezetést (pontosság) fejlesztették a T-55-öshöz képest. A T-62 később T-62M néven megkapta a T-55-nél már bemutatott BDD pótpáncélzatot.

M60



A képen M60-as harckocsik hadgyakorlaton

Az M60-es harckocsi az M48-as tovább fejlesztéseként 1959-ben állt szolgálatba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6946

Teljes hossz: 9309

Szélesség: 3631

Magasság: 3270

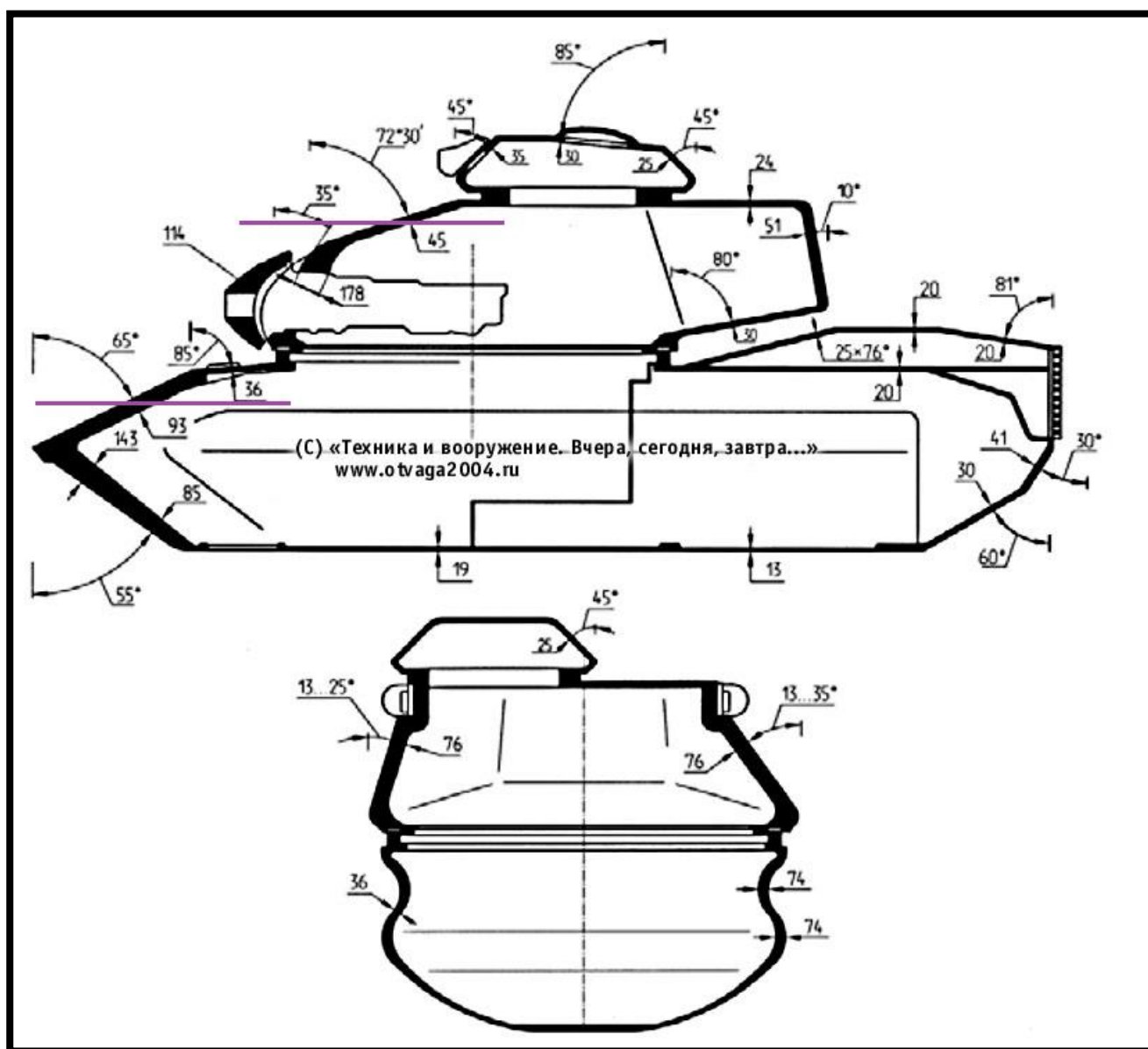
Lánctalp szélesség: -

Súly: 46-49 tonna

Motor teljesítmény: 750 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 105 mm M68

Páncélzat:



A képen az M60 harckocsi páncélzati felépítése látható

M60 torony:

Tényleges: 45 mm CST

Átirat: 131 mm RHA

Összesen: 131 mm RHA (250/276 mm RHA M60A1/A3)

M60 páncélteknő felső ív:

Tényleges: 93 mm RHA (109 mm RHA M60A1/3)

Átirat: 220/258 mm RHA

Összesen: 220/258 mm RHA

Az M60-s harckocsinál az elemzés több szempontból kiegészítésre szorul, elsősorban a torony páncélzatával kapcsolatban. A harckocsi tornya öntött szerkezetű és bonyolult geometriájú. A harckocsi torony frontpáncélja az ágyú vonalában sokkal vastagabb, mint a lila színű lövonálnál szereplő érték. A rajz alapján 178 mm. Nyugati szakértők szerint az M60 toronypáncéljának a védelme 180 mm, ami feltehetően ezen az értéken alapszik.

Az M60A1/A3 sorozat jelentős páncélzatbővítést kapott a torony fronton, elméletileg 250/276 mm RHA egyenértékűt. Viszont az is jól látszik a rajz alapján, hogy ez a páncélzat csak egy bizonyos magasságig áll a harckocsi rendelkezésére, utána drámaian visszaesik a torony páncélzatának a vastagsága.

A tervezők ezt az extrém alacsonynak számító 18 fokos dőlésszöggel próbálták kompenzálni, amely az adott korszakban eredményes lehetett. Az ilyen lapos szögű páncélzat valószínűleg képes lett volna eltörni a legtöbb korabeli KE páncéltörő lövedéket, különös tekintettel a wolframkarbid magvas lőszerekre. Azok a ridegségük és a nagy aszimmetrikus terhelés miatt szétpattantak volna találat esetén. A mai modern lövedékek ekkora becsapódási szöggel már képesek megbirkózni, ma ez a határ valahol 10 fokos páncéldőlés körül lehet. Ezzel a tervezők egy nagyon stílusos megoldást választottak a páncélzat mértékének növelésére a súlygyarapodás nélkül. Probléma akkor léphet föl, ha nagy távolságból, a KE páncéltörőknél lassabb és így nagyobb becsapódási ívvel rendelkező HESH vagy HEAT lövedék érkezik. Ha a vízszintestől számított 10-12 fokos becsapódási szöggel számolunk, akkor mind a HESH mind a HEAT töltet eredményes tud lenni, így kilőve az M60-s harckocsit.

(A szögek összeadódnak. $18+12=30$ fok, ami már csak kétszeres szorzó)

Ettől függetlenül kijelenthetjük, hogy a harckocsi a T-55/62-höz képest jó KE védelemmel rendelkezik. Viszont a korabeli HEAT töltetek ellen (RPG, ATGM) védtelen volt. De ez a kijelentés lényegében majd minden kortársára igaz.

Bár a harckocsi KE páncél védelmét folyamatosan fejlesztették, az a 70's évek közepén már elégtelen volt a T-62-s harckocsi tűzerejével szemben is. A korszerűbb T-64/72-vel szemben pedig teljesen esélytelen volt találat esetén. A harckocsi körkörös páncélvédelme a korabeli gépágyúk átütése ellen megfelelő volt.

Az M60 típust több országba is exportálták. Az izraeli hadseregben sikeres harci karriert futott be, ahol folyamatosan fejlesztették a harcjármű képességeit.

Az Irak-Iráni háborúban az export T-72M harckocsik viszont már felülmúlták képességeit.

Leopárd 1



A Leopárd 1-es harckocsi 1965-ben állt szolgálatba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6700

Teljes hossz: 9543

Szélesség: 3370

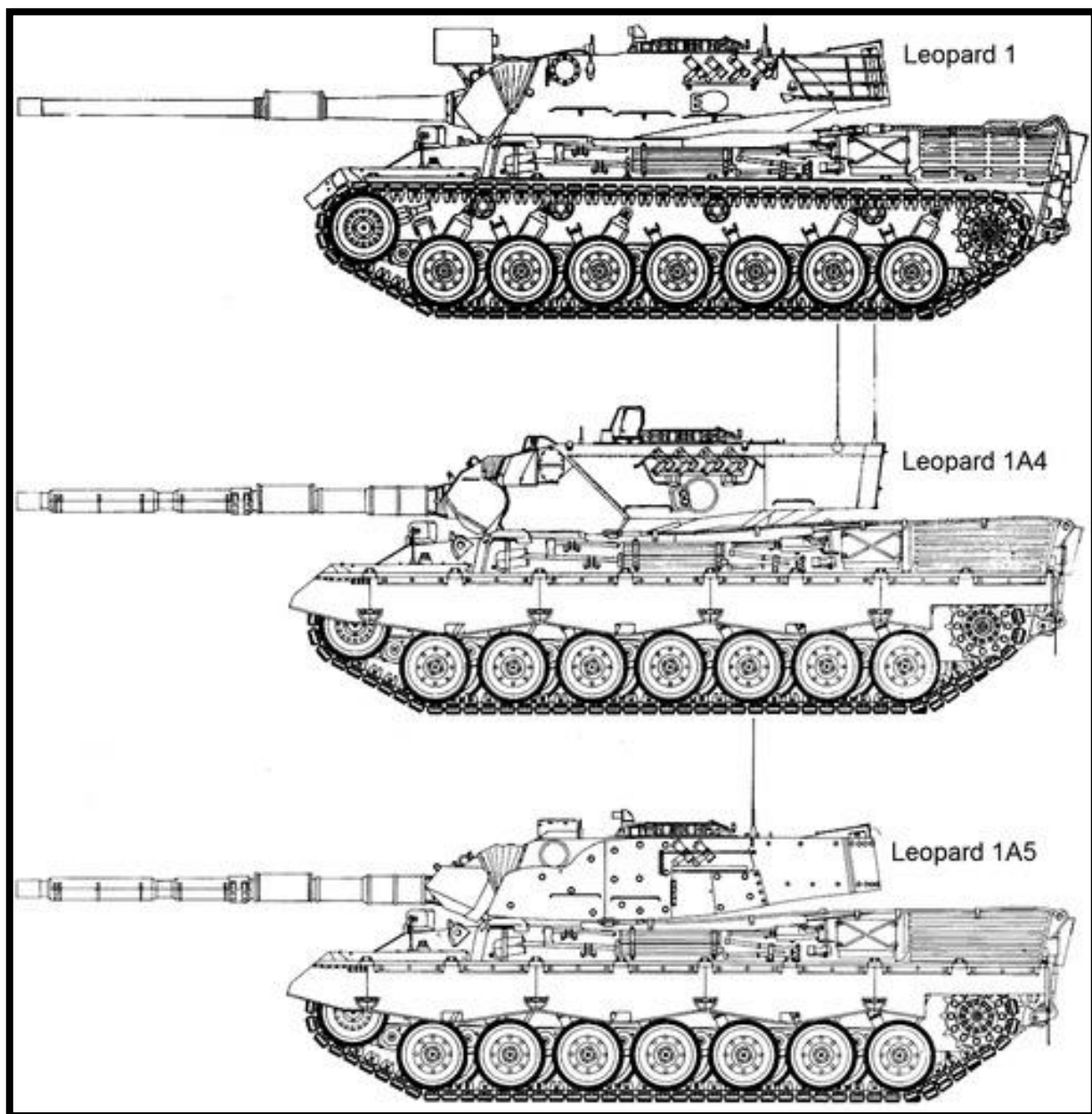
Magasság: 2400

Lánctalp szélesség: -

Súly: 40-42,5 tonna

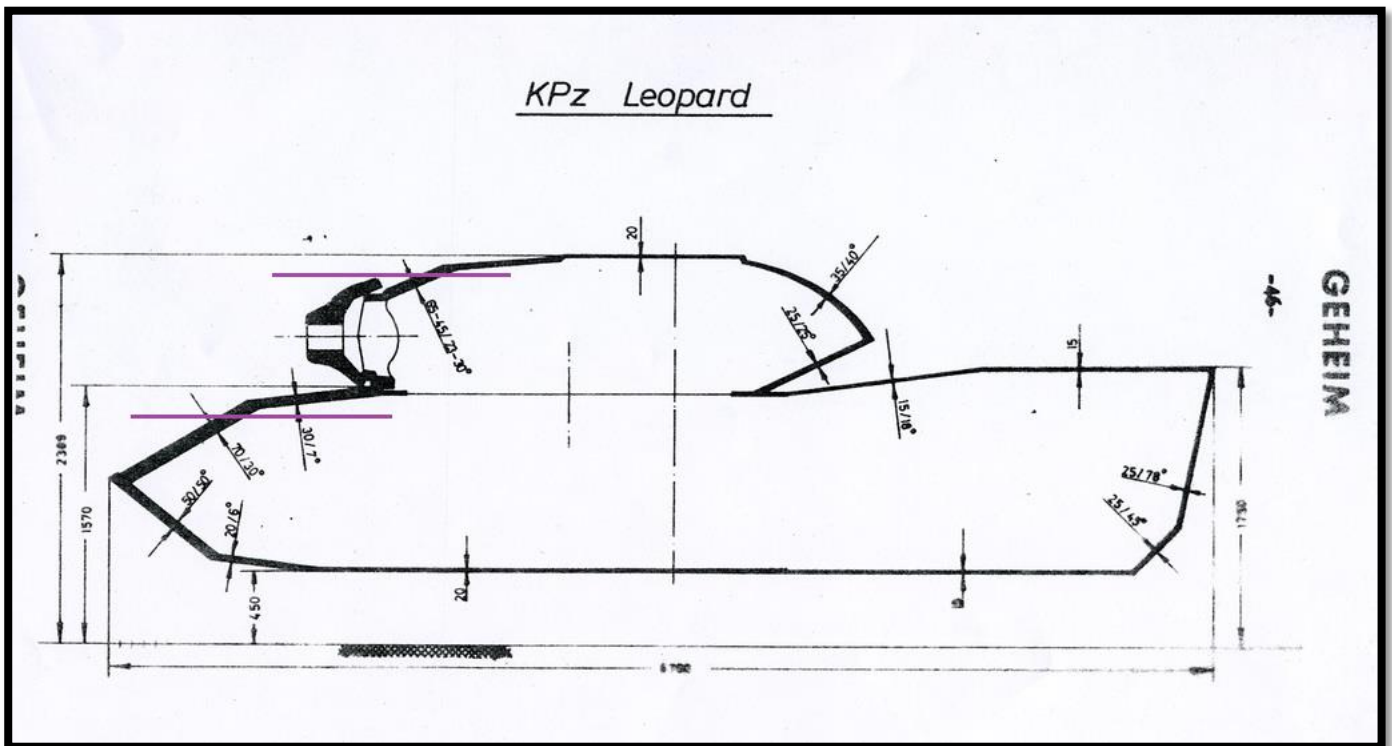
Motor teljesítmény: 830 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 105 mm L7



A fenti képen a Leopard 1 harckocsi különböző változatainak a jellegrajza látható

Páncélzat:



A képen az Leopard 1 harckocsi páncélzati felépítése látható

Leopárd 1 torony:

Tényleges: 45-65 mm RHA (23-60 fokig)

Átírat: 115/130 mm RHA (45/23; 65/30)

Összesen: 115/130 mm RHA

Leopárd 1 páncélteknő felső ív:

Tényleges: 70 mm RHA

Átírat: 140 mm RHA

Összesen: 140 mm RHA

A Leopárd 1 harckocsi fejlesztése idején a nyugat-német tervezők úgy gondolták, hogy az RPG-k és ATGM-k jelentette HEAT fenyegetés miatt nincs értelme erősen páncélozni egy harckocsit. A Leopárd 1 esetén az adott korszak géppágyús fenyegetéseit vették figyelembe, ebből a legkomolyabb fenyegetést az orosz 57 mm-s géppágyú, az SZ-68-as jelentette, a Zsu-57-2 önjáró légvédelmi lövegbe beépítve. A géppágyú BR281-s lövedéke képes 1 km-s távolságon 100 mm RHA-n áthatolni. Mivel joggal feltételezték azt, hogy később jobb lövedékekkel is előállhatnak a szovjetek, így a harckocsi frontpáncélzatát ennek megfelelően választották meg.

A későbbi fejlesztések során a páncél vastagsága érdemben nem változott, viszont a felépítése igen. A fejlesztések során az öntött toronyról áttértek a hegesztett torony alkalmazására. Ekkor került kiépítésre az üreges (kazamatás) páncélzat, amely külső rétege 20 mm HSLA acél, légrés majd egy 50 mm-s RHA-s belső részből áll. Ez a wolframkarbid magvas géppágyúk ellen hatékonyabb megoldás volt, hiszen a kemény acél külső résztől megrepedt wolframkarbid magnak volt helye törni a köztes üregben.

A Leopárd 1 sorozat más harckocsikkal szembeni és RPG/ATGM-ek elleni védelme kiábrándítóan gyenge volt. A harckocsit a potenciális ellenséges harckocsik lényegében bármilyen valós harci érintkezési távolságon képesek voltak leküzdeni! Ezzel a Leopárd 1 saját korszakának egyik leggyengébben páncélozott harckocsija volt.



A fenti képen a Leopárd 1 harckocsi metszete látható

~~Versuchsprotokoll~~
 Amtlich geheimgehalten 1. Anl. zu K9 Nr. 24 174 st. geb. 2 Ausfert. 1 B1
Ballistischer Schutz für Pz-Türme
 KPz Leop. 1 A1

Koblenz, den 11.1.1974 66
 Splitterschutz 155 mm Sprg.

115 mm HVPDS-FS
 100 mm APHE
 57 mm HVAP
 20/23 mm HK/AP
 14,5 mm BS 41, HK

> 3000 m
 > 2500 m
 > 2000 m
 0 m
 0 m

frontal



Seite u. Heck
 Kal. 20 mm DM 43 ab 300 m

Kal. 100 mm, Flanken- $\rightarrow 0^\circ$

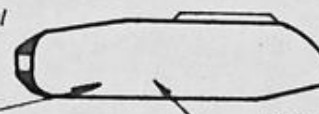
Gew. 4200 Kg

KPz Leop. 1 A2

115 mm HVPDS-FS
 100 mm APHE
 57 mm HVAP
 20/23 mm HK/AP
 14,5 mm BS 41, HK

> 3000 m
 > 2500 m
 > 2000 m
 0 m
 0 m

frontal



Seite u. Heck
 Kal. 20 mm DM 43 ab 100 m

Kal. 100 mm, Flanken- $\rightarrow 0^\circ$

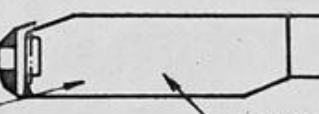
Gew. 4900 Kg

KPz Leop. 1 A3

115 mm HVPDS-FS
 100 mm APHE
 57 mm HVAP
 20/23 mm HK/AP
 14,5 mm BS 41, HK

> 3000 m
 1000 m
 500 m
 0 m
 0 m

frontal



Seite u. Heck
 Kal. 20 mm DM 43 ab 100 m u. 20° Anflug- $\rightarrow$

Kal. 100 mm, Flanken- $\rightarrow 5^\circ$

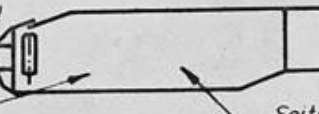
Gew. 4900 Kg

KPz Leop. 2

115 mm HVPDS-FS
 100 mm APHE
 57 mm HVAP
 20/23 mm HK/AP
 14,5 mm BS 41, HK

> 3000 m
 500 m
 0 m
 0 m
 0 m

frontal



Seite u. Heck
 Kal. 20 mm DM 43 ab 100 m u. 20° Anflug- $\rightarrow$

Kal. 100 mm, Flanken- $\rightarrow 15^\circ$

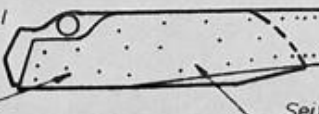
Gew. 7325 Kg für Kal. 120 mm

KPz Leop. 1 A1 mit schockgedämpf. Zusatzpanzerung

115 mm HVPDS-FS
 100 mm APHE
 57 mm HVAP
 20/23 mm HK/AP
 14,5 mm BS 41, HK

> 3000 m
 1000 m
 500 m
 0 m
 0 m

frontal



Seite u. Heck
 Kal. 20 mm DM 43 ab 100 m u. 20° Anflug- $\rightarrow$
 mit Ausnahme Heckbereich

Kal. 100 mm Flanken- $\rightarrow 5^\circ$

Gew. 4860 Kg

A fenti képen a Leopard 1 harckocsi védelmi elemzése 1974-ből. A kép jobb oldalán a harckocsi alváltozatok és a Leopard 2 elvi prototípusa látható, baloldalon pedig, hogy adott KE lövedék milyen távolságon belül képes megsemmisíteni a Leopardot.

Az alábbi két linken elérhető a Leopard 1A5 tesztelése a DM33 PELE lövedék ellen. A PELE (Penetrator with Enhanced Lateral Effect) egy 200 mm RHA átütésű, kifejezetten könnyen páncélozott járművek ellen készített KE áthatoló, fokozott repeszhatással. A teszten a lövedék minden irányból képes legyőzni a Leopard 1A5 páncélzatát.

https://www.youtube.com/watch?v=KU0_9ika42o

https://www.youtube.com/watch?v=Dpezj_HrP2g



AMX-30



Az AMX-30B harckocsi 1966-ben állt szolgálatba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6590

Teljes hossz: 9500

Szélesség: 3100

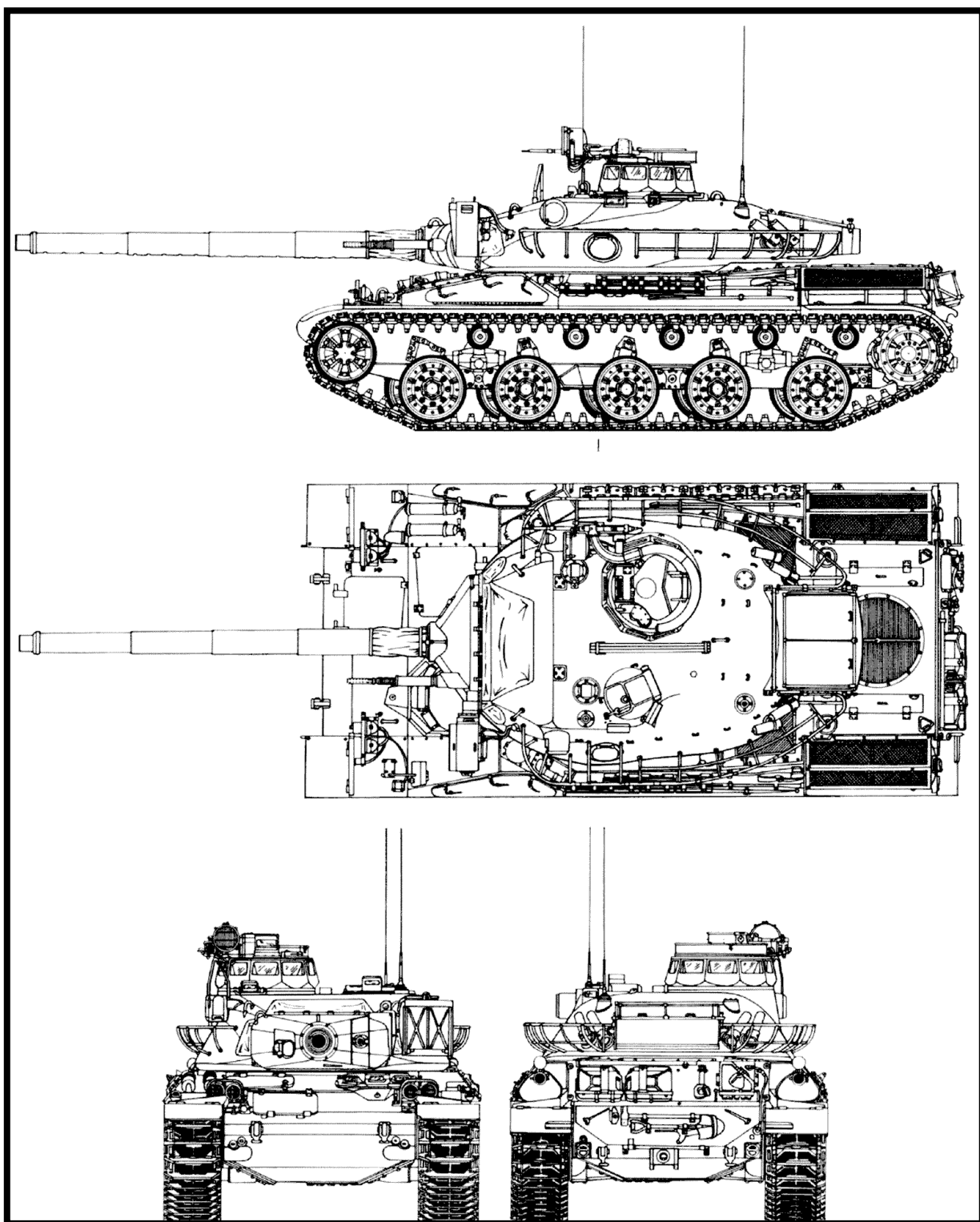
Magasság: 2500

Lánctalp szélesség: -

Súly: 36-39 tonna

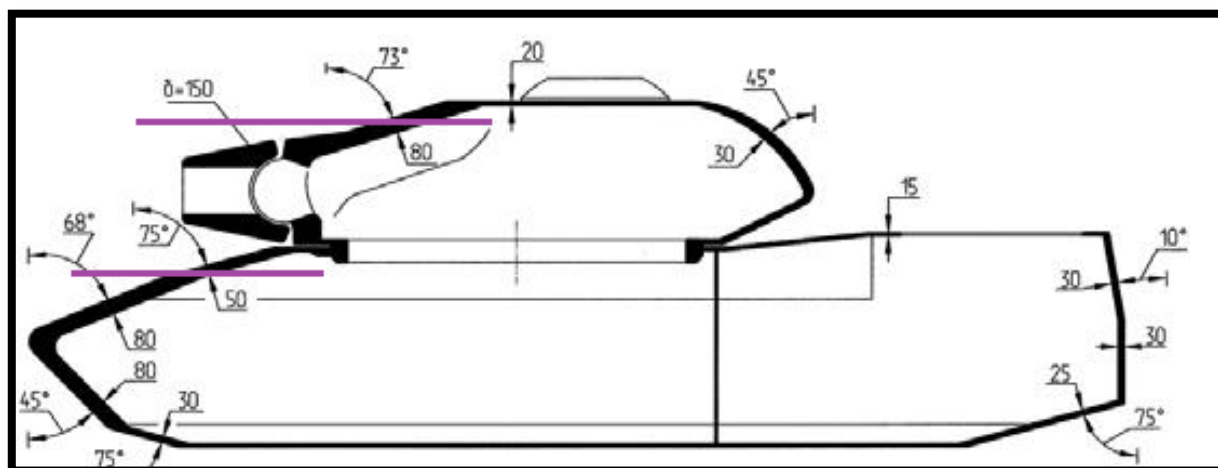
Motor teljesítmény: 710-750 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 105 mm Giat CN 105 F1



A fenti képen az AMX-30B jellegrajza látható

Páncélzat:



A képen az AMX-30B harckocsi páncélzati felépítése látható

AMX-30B torony:

Tényleges: 80 mm CST

Átirat: 247 mm RHA

Összesen: 247 mm RHA (81 mm a lövegpajzs vonalában)

AMX-30B páncélteknő felső ív:

Tényleges: 80 mm RHA

Átirat: 213 mm RHA

Összesen: 213 mm RHA

A franciák elképzelése sokban hasonlított a németek elképzelésére, amely a harckocsi túlélésének a zálogát elsősorban a mobilitásban látta. Így az AMX-30B messze az egyik legvékonyabb oldalpáncélzattal rendelkező harckocsi. Mindössze 30/35 mm-s oldalpáncélzattal és 15/20 milliméteres padló és tető páncélzattal rendelkezik a harcjármű. Ez a vékonyság a torony esetén különösen figyelemre méltó, hiszen öntött szerkezet, így az öntési művelet rendkívüli precizitást követelt meg. A jármű körkörös védelmét 20 mm-s gépágyú ellen tervezték.

A vékony körkörös páncélzattal ellentétben, a harckocsit szemből meglepően erős védelemmel látták el. A lövegpajzs takarása miatt a torony páncélzata nem igen esik 200 mm RHA alá, a teknő frontpáncélzata pedig szintén ezt az értéket mutatja. Emellett a torony páncélzatának felső íve az M60-shoz hasonlóan lapos kialakítású, így jól védve a harcjárművet a korabeli páncéltörő lövedékekkel szemben.

A harcjármű védelmének alapértékei a T-62-s védelmi értékeihez állnak a legközelebb, bár ott a szovjetek erősebb oldalvédelemmel számoltak. Véleményem szerint az AMX-30B védelem tekintetében maga mögé utasítja a hasonló koncepció szerint épült német riválisát, a Leopárd 1-et.

Chieftain



A Chieftain harckocsi a Centurion és a Conqueror harckocsik utódjaként 1966-ban állt szolgálatba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 7500

Teljes hossz: 10770

Szélesség: 3500

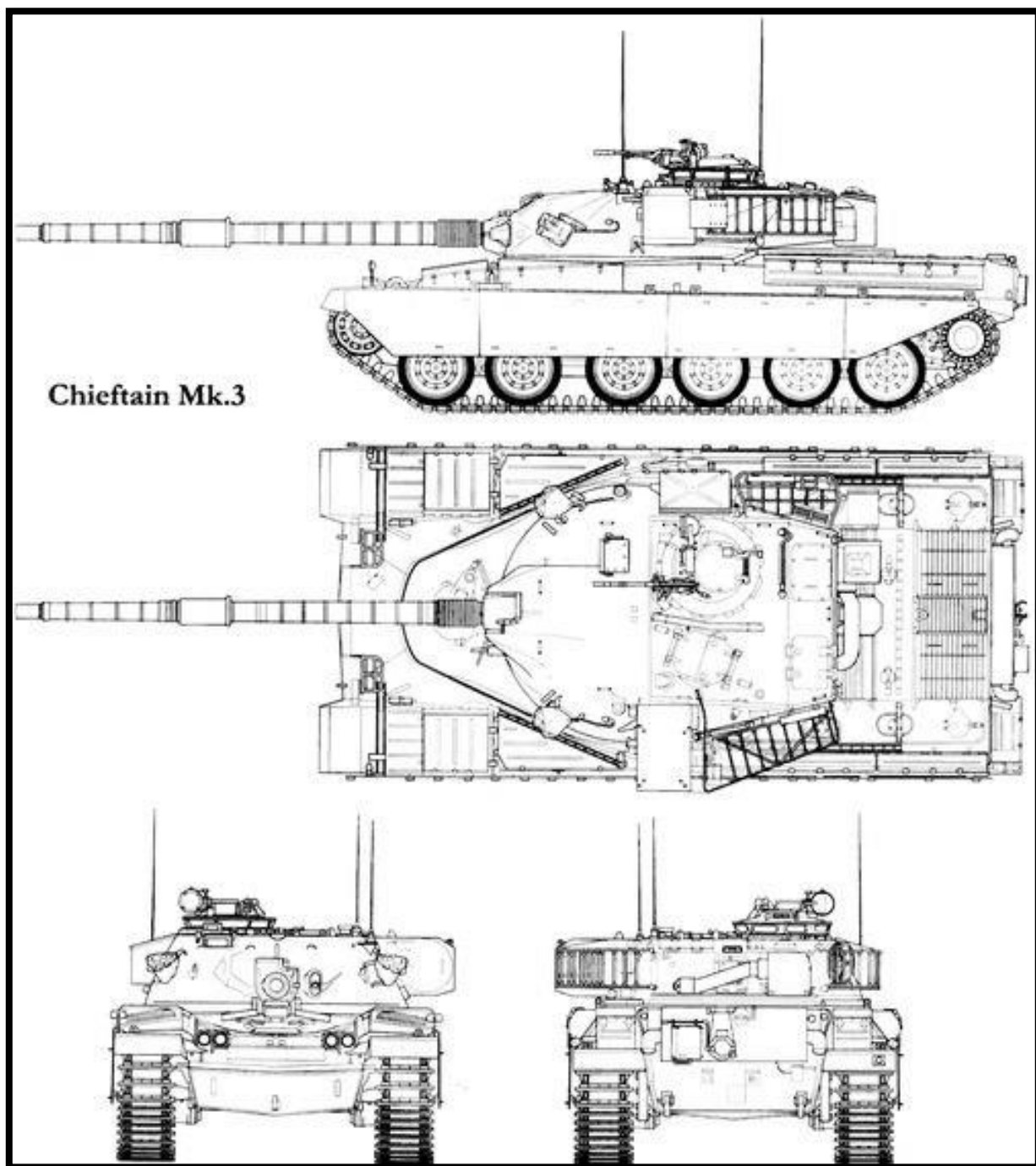
Magasság: 2900

Lánctalp szélesség: -

Súly: 55 tonna

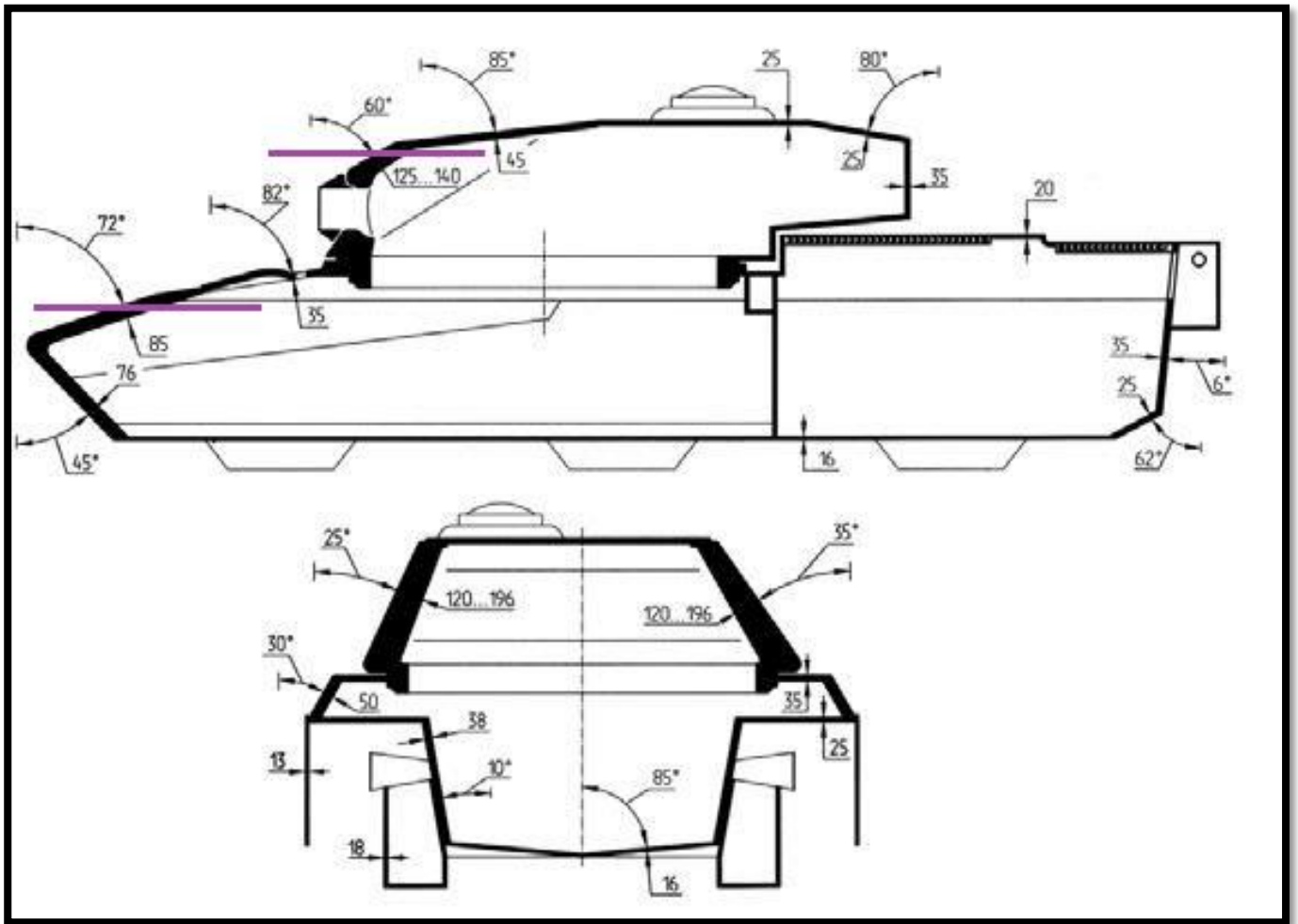
Motor teljesítmény: 650-750 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 120 mm L11A5



A fenti képen a Chieftain MK3 jellegrajza látható

Páncélzat:



A képen a Chieftain harckocsi páncélzati felépítése látható

Chieftain torony:

Tényleges: 125-140 mm CST (Lövegcső mellett 195 mm CST 30 fokban)

Átirat: 225-252 mm RHA

Összesen: 225-252 mm RHA (351 mm a lövegpajzs vonalában)

Chieftain páncélteknő felső ív:

Tényleges: 85 mm RHA (Később 120 mm RHA)

Átirat: 275 mm RHA

Összesen: 275 mm RHA (388 mm RHA)

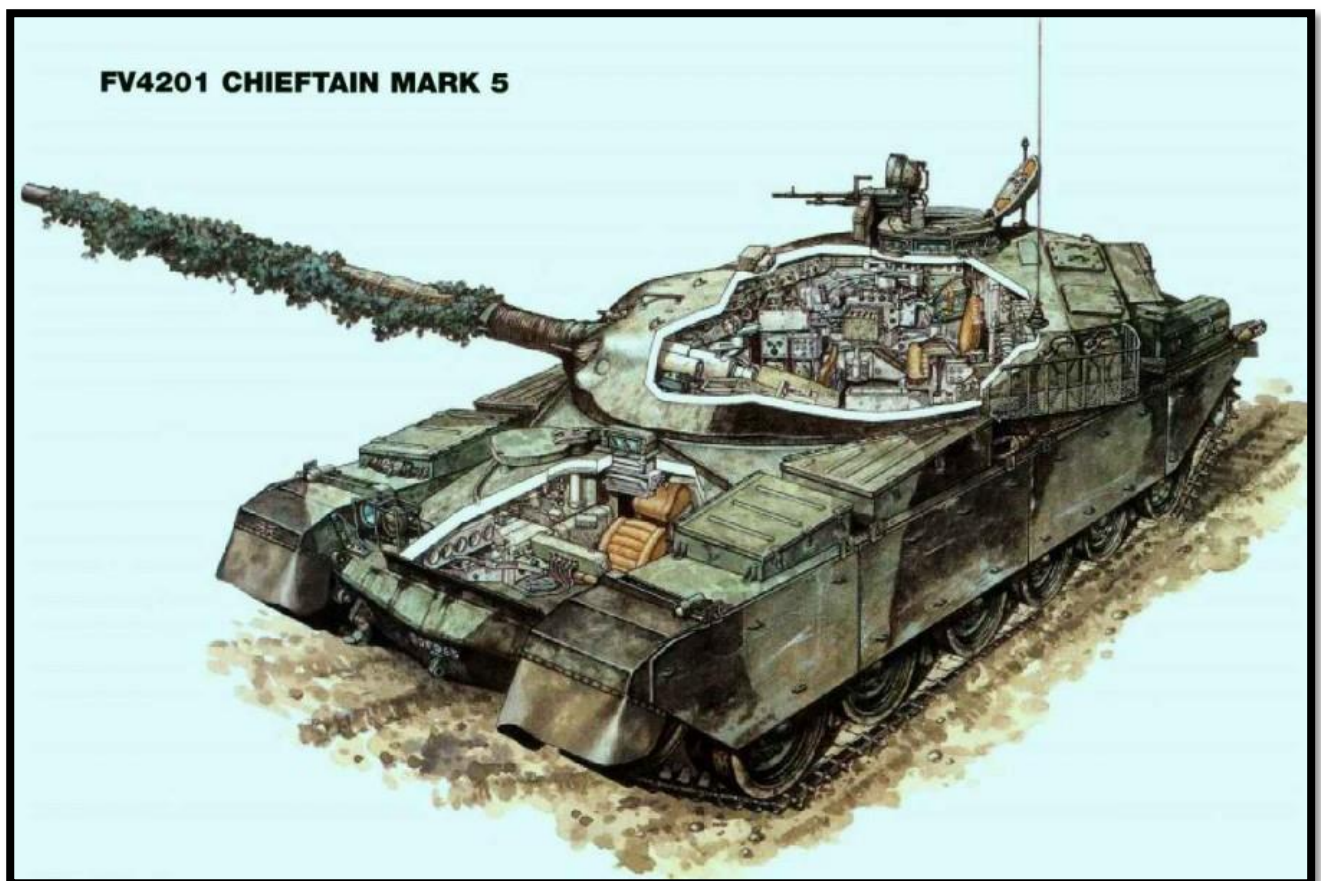
Az angol Chieftain harckocsi magasan a legjobb védelmet nyújtotta a kortárstervezésű nyugati tankok között. A hetvenes évek elején a legtöbb szóba jöhető fenyegetéssel szemben védelmet nyújtott a harckocsi páncélzata, amelyet folyamatosan fejlesztettek. Ennek köszönhetően a Chieftain a nyolcvanas évek elejéig megfelelő védelmet nyújtott a szovjet páncéltörő fegyverek ellen. 1984-től Stillbrew páncélatfejlesztést kapott, ami egy gumi és egy plusz acélréteg bevezetését jelentette a torony és a teknő frontpáncélzatán. Ezzel javult a harcjármű HEAT töltetek elleni védelme.

A harcjármű körkörös védelme is nagyon jónak volt mondható, a nagyobb kaliberű géppágyúk tüzének is ellenállt.

A harckocsi tűzvezetését is folyamatosan fejlesztették, például lézertáv mérő és ballisztikus számítógép beépítésével. A Chieftain tűzerejét pedig új fejlesztésű lövedékek fokozták a nyolcvanas években.

Ez a harckocsi is bevetésre került háborús körülmények között. Az Irak-iráni háborúban az iráni szárazföldi erők legfőbb ütőerejét a Chieftain adta.

Sivatagi körülmények között viszont megbízhatatlannak bizonyult. Emellett az iraki T-72M harckocsikkal szemben alul maradt a harctéren.





A képen a Chieftain harckocsi látható a nyolcvanas évek közepén felszerelt kiegészítő páncélzatával

Összegzés

Az első generációs harckocsikhoz készítettem egy összegző táblázatot. Az első oszlopban a harckocsi neve, a második oszlopban a torony és a teknő KE páncél védelme, a harmadik oszlopban az adott korszak tipikus (ellenséges) KE és HEAT fegyverének átütési értéke, a negyedik oszlopban a fegyver megnevezése. A KE érték fekete, a HEAT zöld, a HESH piros. A KE fegyverek átütési értéke a lőtávolsággal csökken, a HEAT és a HESH fegyverek átütési értéke minden távolságon azonos.

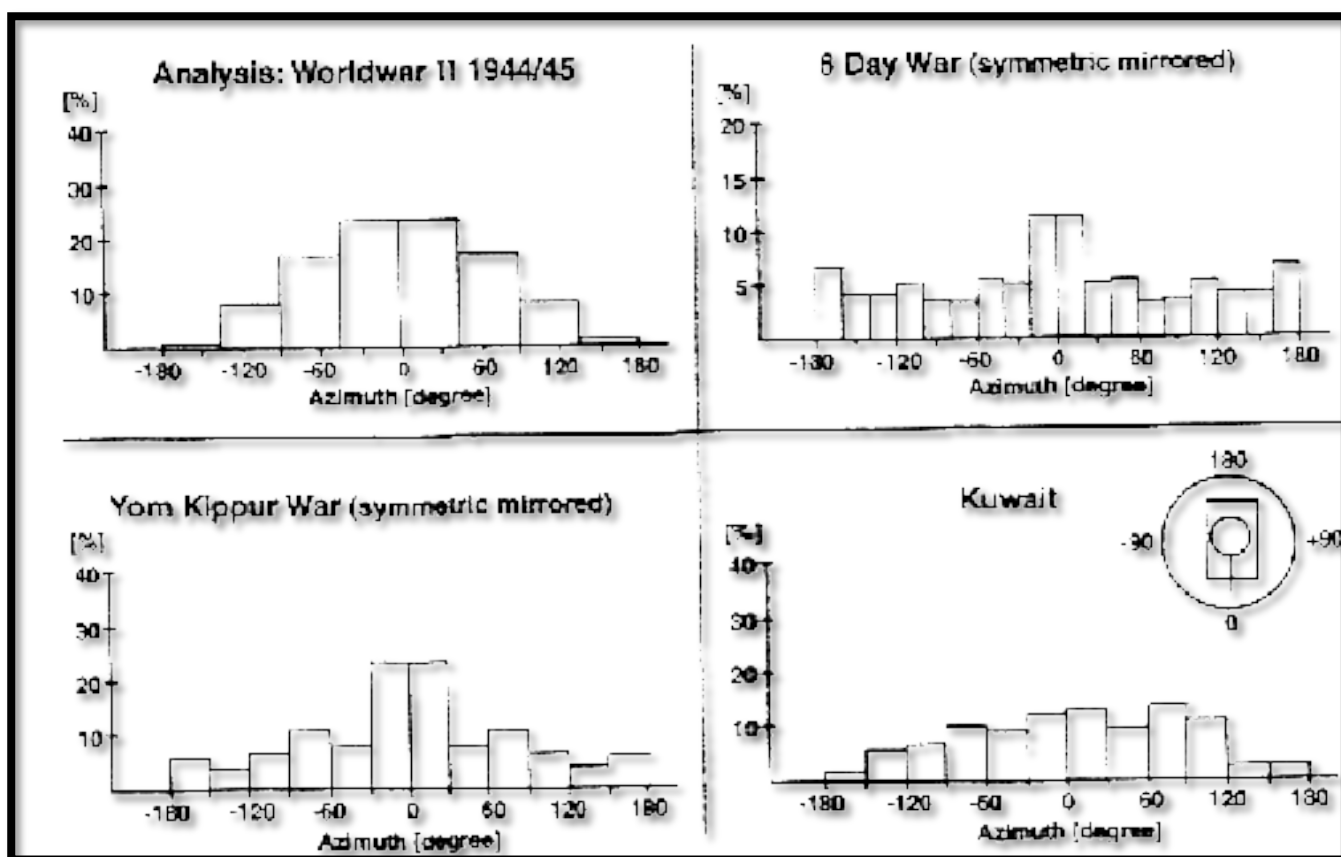
Összegző táblázat			
Harckocsi megnevezés	Védelem Torony/Teknő	Támadási érték KE/HEAT	Ellenséges fegyver neve
T-55	180 mm	200 mm	105mm L7: L36A1 APDS-T
	200 mm	310 mm	105mm L7: L35A3 HESH-T
T-62	218 mm	240 mm	105mm L7: L52 APDS-T
	200 mm	390 mm	105mm L7: M456A1 HEAT-T
M60A3	276 mm	410 mm	115mm 2A20: BM-28 APFSDS-T
	258 mm	440 mm	115mm 2A20: BK-4M HEAT-FS-T
Leopárd 1	130 mm	160 mm	100mm D-10T: BM-8 HVAPDS-T
	140 mm	380 mm	100mm D-10T: BK-5M HEAT-FS-T
AMX-30B	247 mm	180 mm	100mm D-10T: BM-20 APFSDS-T
	213 mm	240 mm	115mm 2A20: BM-6 APFSDS-T
Chieftain MK5	351 mm	360 mm	125mm 2A46: BM-22 APFSDS-T
	388 mm	500 mm	125mm 2A46: BK-14M HEAT-FS-T



A fenti képen az M60-s (balra) méreteit hasonlíthatjuk össze a T-62-s (jobbra) méreteivel. A harckocsiknál nem csak a páncélvédelem, de a védendő felület nagysága is nagyon fontos. Minél kisebb egy harckocsi, annál nehezebb eltalálni. És minél kisebb egy harckocsi annál kisebb a páncélozandó felület is, és így a páncélzat tömege is.



A képen nyugati harckocsik mérete a T-72-s méretéhez képes.



A fenti képen egy elemzés látható arról, hogy négy különböző háborúban, a harckocsikat milyen irányból érte találat. A harckocsikat jellemzően szemből, 0-30 fok között éri a leggyakrabban találat. Az utolsó képkockán jól látható, hogy az alárendelt iraki hadsereg csapatait a NATO erők megkerülték, így oldalba tudták támadni az iraki erőket.

A második generációs főbb harckocsi típusok.

A második generációs harckocsik közé azokat a harckocsikat soroljuk, amik az első generációhoz képest jelentős műszaki előrelépéseket mutattak fel. Ilyen a nagyobb teljesítményű ágyú (105 vs. 120 mm), a sokkal jobb nappali és éjszakai tűzvezetés (lézertáv mérő, ballisztikus számítógép, éjjellátók/hőkamerák), és az összetett, úgynevezett kompozit páncélzat. Emellett megjelentek a dinamikus páncélvédelmek is, mint a NERA és az ERA. Ezen harckocsik első modellje a szovjet T-64A volt, amely közepes harckocsikra jellemző mérete és súlya ellenére a Chieftain harckocsi tűzerejével és védelmi képességeivel rendelkezett, miközben megőrizte a közepes harckocsikra jellemző nagyfokú mobilitás képességét is. A T-64A 1969-ben állt szolgálatba.

Ezt a technológiai bravúrt a nyugati haderők csak a hetvenes évek legvégén tudták megugrani. Ezzel párhuzamosan a szovjetunióban, 1979-től, a T-72A révén a második generációs harckocsik tömegcikké váltak, és elkezdték fokozatosan kiszorítani az első generációs közepes harckocsikat, mint amilyen a T-55/62.

A hidegháború végéig, mind két katonai tömb, párhuzamosan, egymás mellett üzemeltette az első és második generációs harckocsijait. A hidegháború végével a legtöbb ország azonnal selejtezte az első generációs harcjárműveit és így Európában, a volt Szovjetunió térségében és az USA-ban már csak a második generációs harckocsik vannak élvonalbeli szolgálatban.

T-64A/T-64B



A fenti képen a T-64BV harckocsi látható, Kontakt-1 reaktív páncéllal felszerelve

A T-64A harckocsi a 1969-ben állt szolgálatba.

A T-64B változat pedig 1976-ban. Zárójelben a „B” változat adatai

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6540

Teljes hossz: 9225

Szélesség: 3270

Magasság: 2172

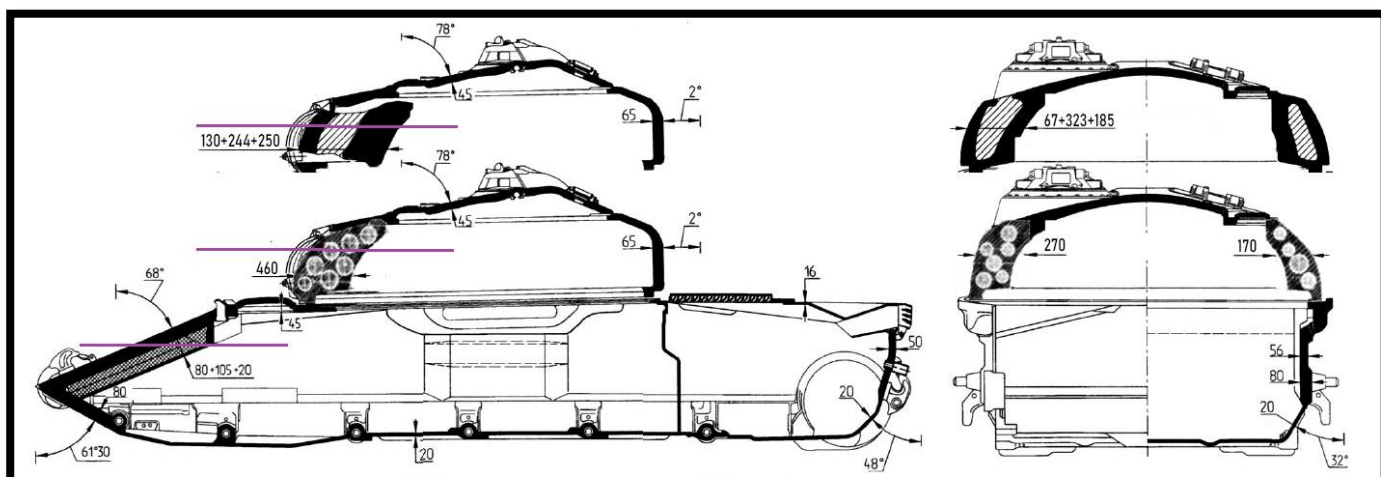
Lánctalp szélesség: 500

Súly: 38 tonna (39 tonna a T-64B)

Motor teljesítmény: 700 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 125 mm 2A26 (2A46-2)

Páncélat:



A képen a T-64A/B harckocsik metszetrajza látható és a két altípus közti páncélatbeli különbség. Később mind két változat teknő frontpáncélja kapott 30 mm HSLA acél rátét páncélatot. Ezen változtatás adatai zárójelben lesznek jelezve.

T-64A torony:

Tényleges: 130 mm CST + 244 mm Alumínium + 250 mm CST

Átírat: 117 mm RHA + 73 mm RHA + 225 mm RHA

Összesen: 415 mm RHA

T-64A páncélteknő felső ív:

Tényleges: 80 mm RHA + 105 mm Textolit + 20 mm RHA (30 mm HSLA)

Átírat: 216 mm RHA + 57 mm RHA + 54 mm RHA (+104 mm)

Összesen: 327 mm RHA (431 mm RHA)

T-64B torony:

Tényleges: 2X80 mm korund golyó könnyűfém köpenyben 460 mm CST-be ágyazva. (A könnyűfém köpenyt golyónként összesen 20 mm vastagra becsülöm)

Átírat: 112 mm RHA + 112 mm RHA + 234 mm RHA

Összesen: 458 mm RHA

A T-64 kapcsán nagyon jól látszik, hogy a második generációs harckocsik esetén rendkívül nehéz számítási feladatokkal nézünk szembe. A modern, összetett anyagok kölcsönhatását megbecsülni igen nehéz. Így az első generációs harckocsiknál alkalmazott viszonylag kis hiba százaléku számítások itt már nagyobb szórásképet mutatnak. Ennek fényében érdemes értékelni a bemutatott adatokat.

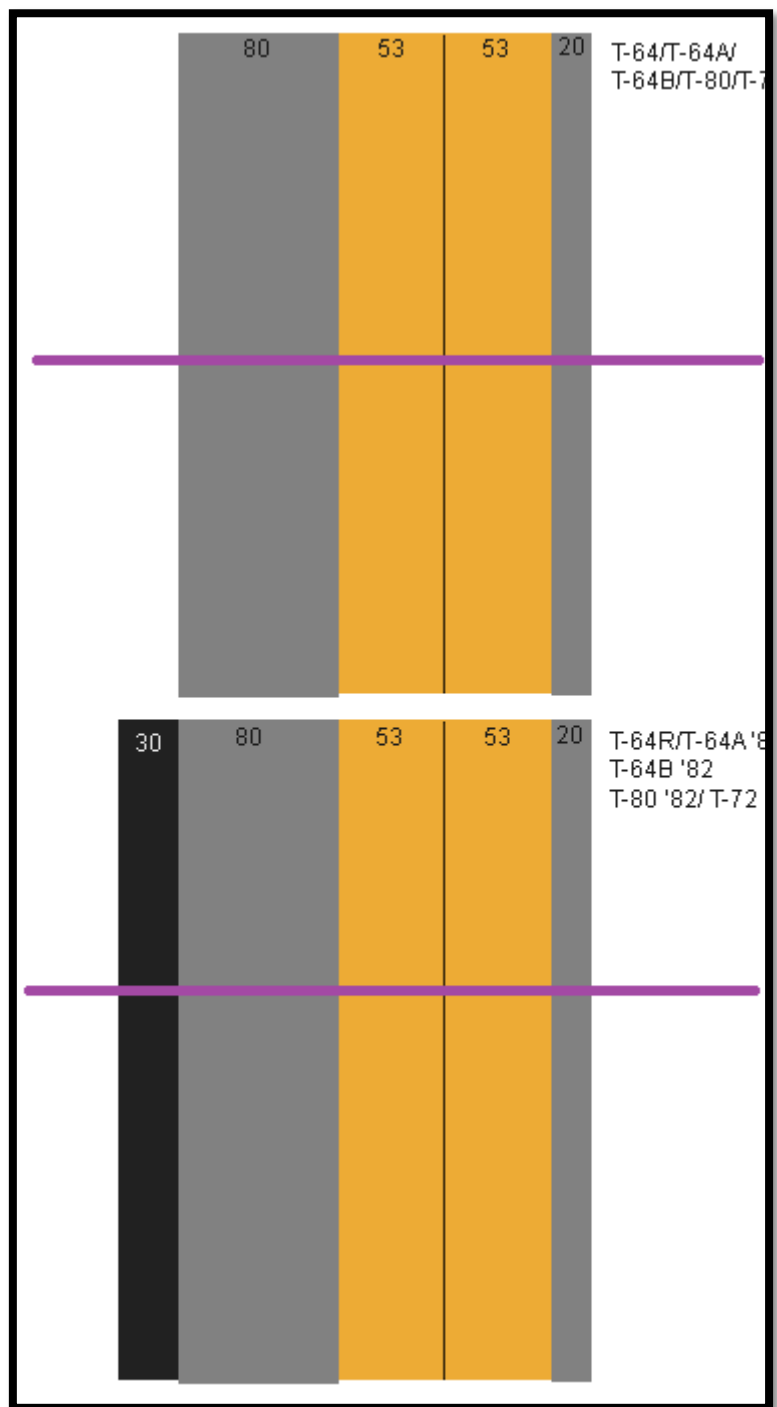
Az viszont nagy biztonsággal kijelenthető, hogy a T-64 harckocsi különböző változatai a saját korukban rendkívül védettnek számítottak, miközben sokkal, kisebb sziluettel rendelkeztek a nyugati páncélosokkal összemérve.

A T-64A frontális páncélzata igazoltan védelmet nyújtott az RPG-2, az RPG-7 és nyugati megfelelőik ellen. A KE fegyverek elleni védelme a Chieftain nehéz harckocsihoz hasonló volt. Tűzerejét tekintve pedig minden kortárs nyugati harckocsit képes volt leküzdeni. Körkörös védelme szintén kiváló volt, ugyanis oldalvédelméről 80 mm RHA gondoskodott, amely 30 mm-el meghaladta a Chieftain nehéz harckocsi hasonló védelmét! Ezen képességeinek hála, 1970-1980 között magasan a legjobban védett harckocsi volt a T-64 sorozat.

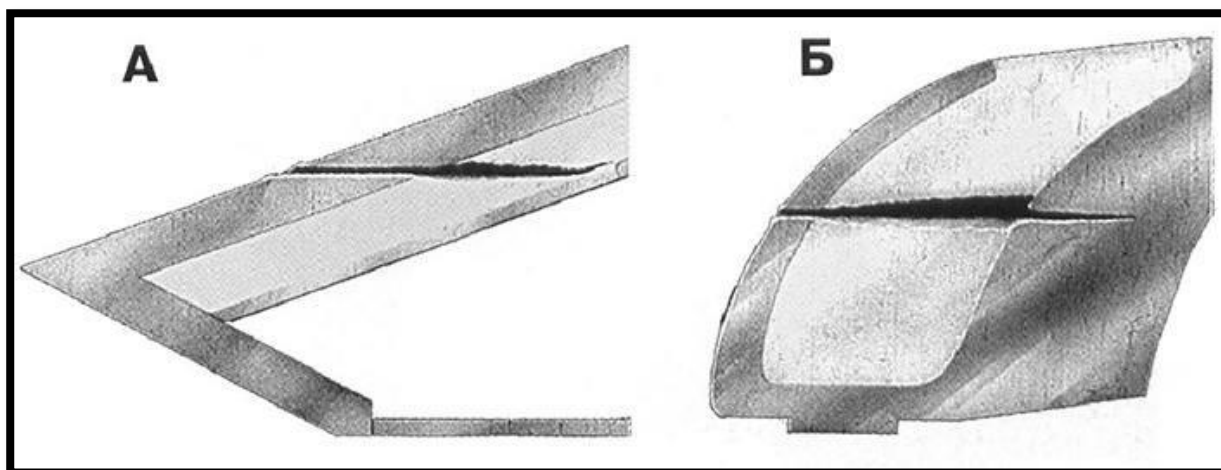
A T-64B sorozat páncélzat frissítése még a 80-as évek közepéig az élvonalban tartotta a járművet. Reaktív védelemmel felszerelve (ERA) pedig a hidegháború végéig korszerűnek számított.

A T-64B torony páncélzat fejlesztése nem volt zökkenőmentes. Eredetileg korund lapokat akartak betenni, de nem voltak képesek előállítani a megfelelő minőséget. Így a gömb (golyó) forma mellett döntöttek. Eredetileg három sor golyóval számoltak a nagyobb védelem érdekében, viszont ez csak az első találatig volt működő képes. Az öntött acélban végigfutó nagy erejű lökéshullám elrepesztette az öntvénybe mereven bele öntött korund golyókat, így a páncél védelmi képessége drámai módon lecsökkent.

Erre a mérnökök azt a megoldást találták ki, hogy a korund golyókat könnyűfém (feltehetően alumínium ötvözet) védőréteggel látják el. Ezeknek a térbeli pozícióját hozzájuk hegesztett vékony fémpálcás eljárással fixálják az öntőformán belül, hasonlóan az export T-72-esek „kvarc” páncéljánál alkalmazott megoldáshoz. Ezt követően öntötték ki a toronyt. Elméletileg ekkor két sorra csökkent a korund golyók egymás mögötti száma a nagyobb átmérőjük miatt, viszont így nőtt az acél mennyisége, illetve a könnyűfém burkolat miatt csökkent a korund golyók törési hajlandósága. Ennek köszönhetően a páncélzat már több találatnak is ellent tudott állni. Az eljárás hátránya az volt, hogy összetett és drága folyamat volt. A T-64 harckocsikat a hidegháború alatt nem exportálták. Legutóbbi háborús bevetésükre az ukrán szakadár területeken került sor, ahol igazoltan ellenállt a frontpáncélzatuk a 3BM22-s páncéltörő nyíllövedéknek, amely 380 mm RHA átütéssel bír 2 km-s távolságból.



A fenti képen a T-64 harckocsik frontpáncélzatának a rétegrendje. A lila vonal a tényleges vastagságot mutatja. A harckocsiban a páncélzat 22 fokos szögben került beépítésre.



A képen a textolit betétes páncél működése kumulatív sugaras páncéltörő robbanófej találata esetén. A T-64A és a T-72A ilyen HEAT elleni védelemmel van felszerelve.



A képen a T-72M1 páncélteknőjének a frontpáncélja. A vastagabb hátlap különbözteti csak meg a T-64A-nál használt megoldástól.

T-72B



A fenti képen egy T-72B látható Kontakt-5 reaktív páncélzattal

A T-72 harckocsi a 1974-ben állt szolgálatba.

A T-72A változat 1979-ben.

A T-72B változat pedig 1985-ben.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 6670

Teljes hossz: 9530

Szélesség: 3370

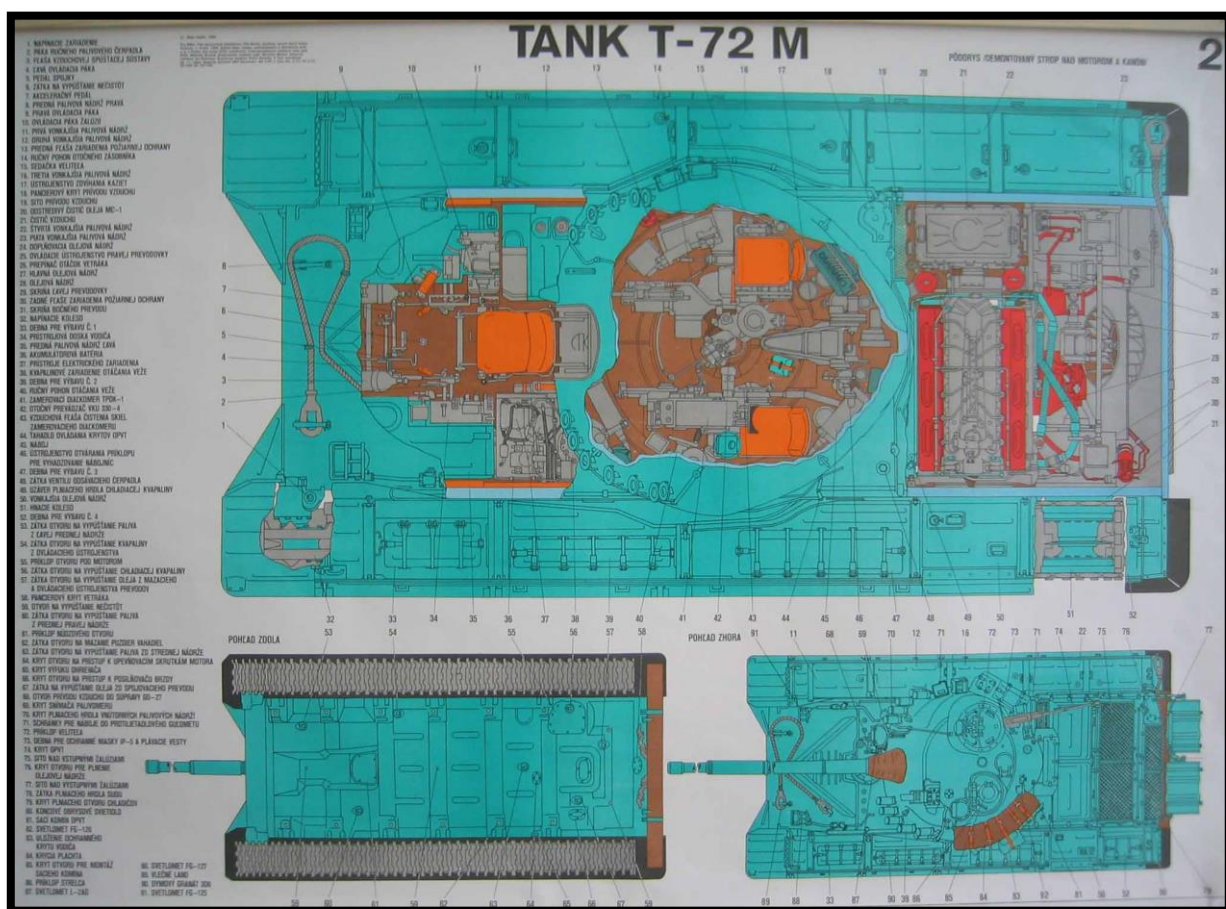
Magasság: 2190

Lánctalp szélesség: 470

Súly: 45 tonna

Motor teljesítmény: 840 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 125 mm 2A46

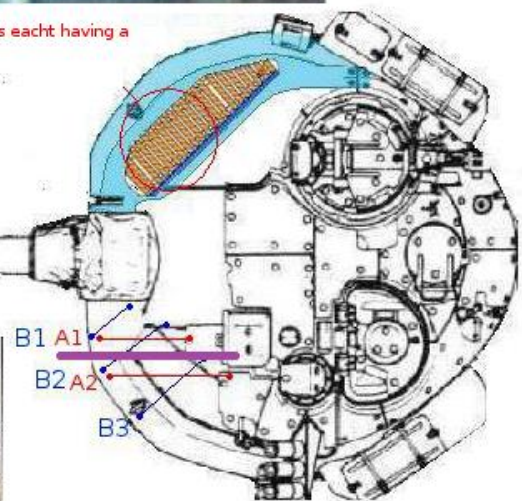
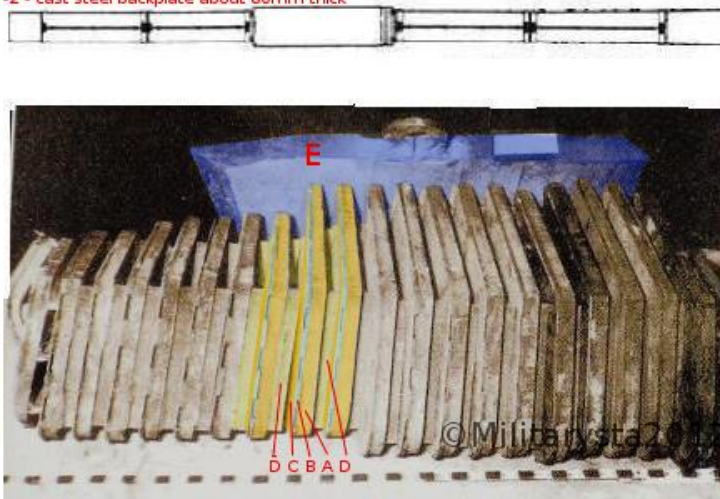


46

Páncélzat:



F-1 ~120mm cast steel
 "special armour cavity" -contains twenty simple NERA (or rather reflecting plates) modules each having a thickness of 30mm and consists three layers:
 A - 21mm thick RHA plate
 B - 6mm thick rubber layer
 C - 3mm RHA plate
 between simple NERA modules they are:
 D - spacers each 22mm thick, forming a 22mm thick interval between modules
 after "special armour cavity" there is:
 E - 45mm thick RHA plate
 F-2 - cast steel backplate about 80mm thick



Ob.184 (T-72B) LOS:

A1 - ~600mm

A2 - ~750mm

B1 - ~370mm

B2 - ~600mm

B3 - ~660-680mm

Fent a T-72B toronypáncélzata látható. A lila vonal az általunk számolt páncél védelem vonala

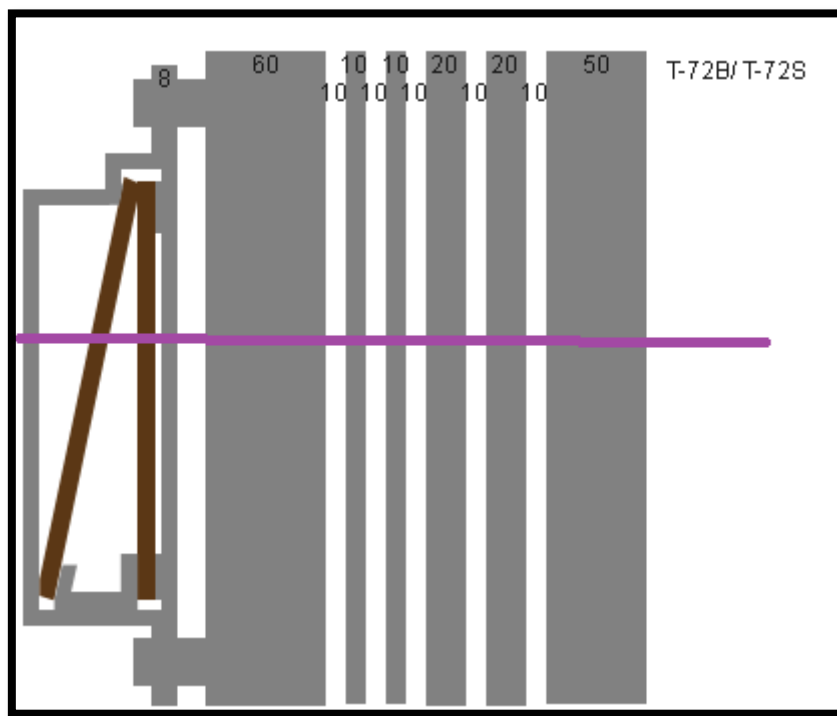
T-72B torony:

Tényleges: 120 mm CST + 150 (5*30) mm NERA + 45 mm RHA + 80 mm CST

Átírat: 151 mm RHA + 147 mm RHA + 63 mm RHA + 101 mm RHA

Összesen: 462 mm RHA

(481 mm RHA, ha a 45 mm-s RHA lemez helyét HSLA-val számolunk)



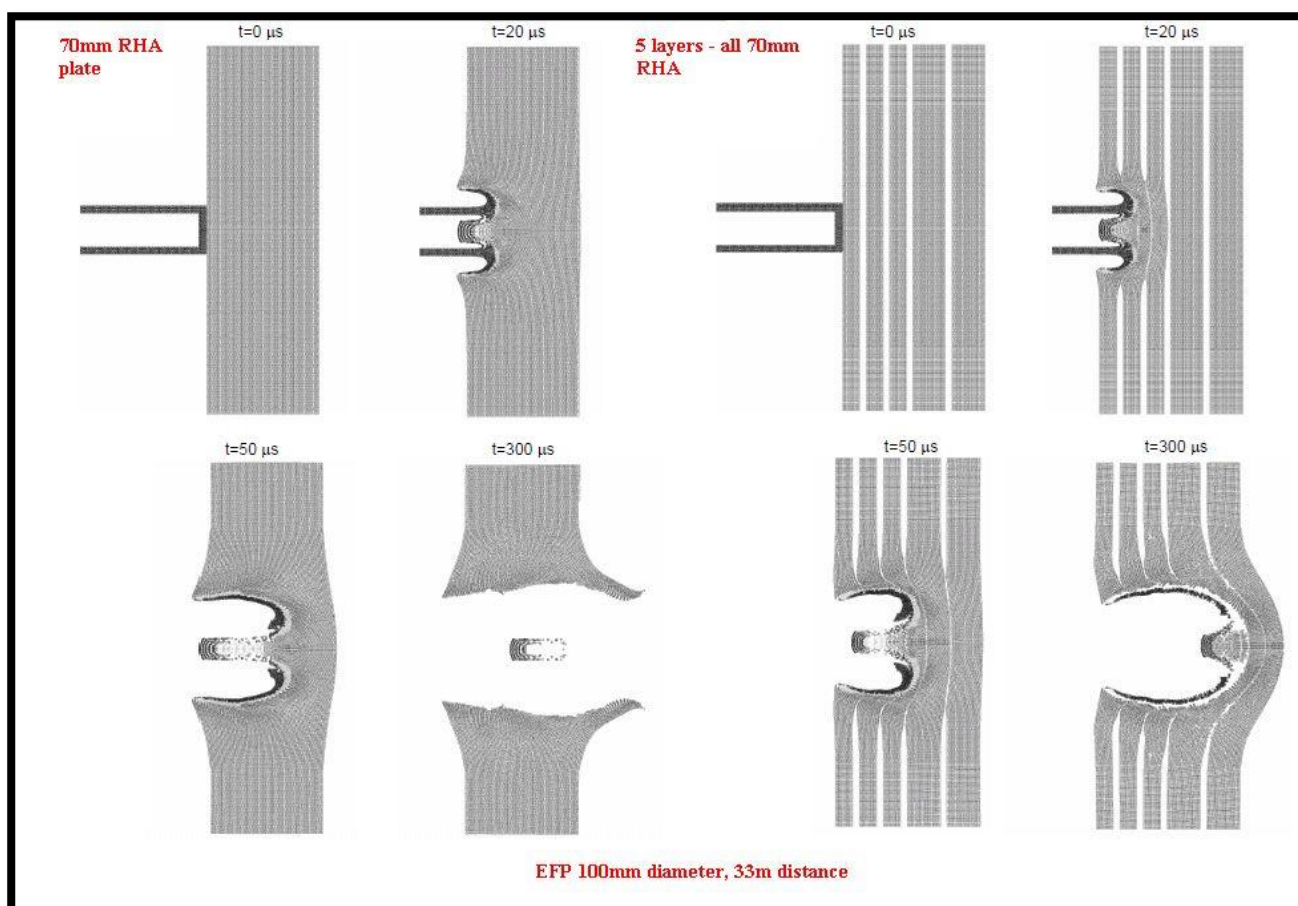
Fent a T-72B teknőjének front páncélzata látható. A lila vonal a tényleges vastagságot mutatja. A harckocsiba a páncélzat 22 fokos döntéssel került beépítésre. A számolás során, a képen szereplő Kontakt-1 ERA-tól eltekintek.

T-72B páncélteknő felső ív:

Tényleges: 60 mm RHA + 10 mm HSLA + 10 mm HSLA + 20 mm HSLA + 20 mm HSLA + 50 mm RHA

Átírat: 162 mm RHA + 35 mm RHA + 35 mm RHA + 70 mm RHA + 70 mm RHA + 135 mm RHA

Összesen: 507 mm RHA



A képen az üreges többrétegű acél páncélzat elvi működése látható. A T-72B teknőjének a frontpáncélzata hasonló felépítésű.

A 80-as évek közepén megjelent T-72B változatot arra tervezték a szovjetek, hogy fölvegye a versenyt a 80-as elején megjelent legújabb nyugati harckocsi generációval. Ennek megfelelően a harcjármű páncélzatát jelentősen megerősítették az előd változatokhoz képest. Ez volt az első olyan szovjet harckocsi amelyet NERA páncélzattal szereltek. Az öntött páncélacélból készült torony üregében elhelyezett NERA tömb szemből érkező találat esetén akár 80-90%-kal is képes volt csökkenteni a HEAT töltetek átütési képességét, köszönhetően a 45 fokos, legalább 4 NERA lapot tartalmazó elhelyezésének köszönhetően.

A torony KE védelmének az erősítésére egy 45 mm-s páncéllapot is elhelyeztek. A páncélteknő frontvédelmét üreges többrétegűre alakították át. Ez a módszer gondos tervezés esetén kis mértékben növeli a KE és nagyobb mértékben a HEAT elleni védelmet. A harckocsi páncélzata kb. 500 mm RHA védelmet nyújtott KE áthatolókkal szemben, és kb. 750 mm RHA védelmet nyújtott HEAT töltetekkel szemben a szakirodalom szerint. Ezen adatok hitelességét a fent elvégzett számítások is igazolják.

A harckocsi páncélzata továbbá megfelelt még egy nagyon fontos követelménynek.

Olcsón, nagy tömegben és gyorsan gyártható volt, ellentétben a textolit vagy a korund kompozittal. A torony frontpáncélzatának egyetlen gyengesége az irányfüggőség. Szemből, 45 fokos szögben érkező találatok esetén a torony védelmi értéke akár 40%-kal is alacsonyabb lehet.

A harckocsi körkörös védelme a T-64-nél megismert szisztéma szerint kellően erős volt. A torony és a küzdőtér fölött a tető páncélzat megerősítésre került a levegőből érkező fenyegetésekkel szemben. A harcjármű emellett folyamatosan fejlesztett ERA páncélzattal is rendelkezett. E miatt a harcjármű védelme abszolút a világ élvonalát képviselte az 80-as években.

A T-72-es család a világ számtalan konfliktusában képviseltette magát, mint a legerősebb szovjet export harckocsi. Az export változatok bár minden tekintetben elmaradtak a szovjet verzióktól, ettől függetlenül elég szép sikereket értek el a közel-keleti konfliktusokban.

A harckocsi legsikeresebb külföldi bevetése az Irak-iráni háborúban történt, ahol felülmúlta a csatatéren az iráni M60 és Chieftain harckocsikat. Az általunk vizsgált T-72B verzió legsikeresebb bevetései a csecsenföldi konfliktusokhoz köthetőek. Orosz szakértők szerint volt olyan T-72B amely 14 db RPG találat után is harcképes maradt. Emellett nagyon magas megbízhatóságáról, orosz mércével jó ergonómiáról és könnyű üzemeltethetőségéről tett a típus tanúbizonyságot valós harci körülmények között. Az orosz hadsereg elégedettségének köszönhetően a T-72B vált Oroszország alap harckocsi típusává, és még most, a 2020-as években is az orosz szárazföldi erők gerincét alkotja.

T-80U



A fenti képen a T-80U látható, előtte a málházott fegyverzete

A T-80 harckocsi a 1976-ban állt szolgálatba.

A T-80B változat 1978-ban.

A T-80U változat pedig 1985-ben.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 7012

Teljes hossz: 9556

Szélesség: 3603

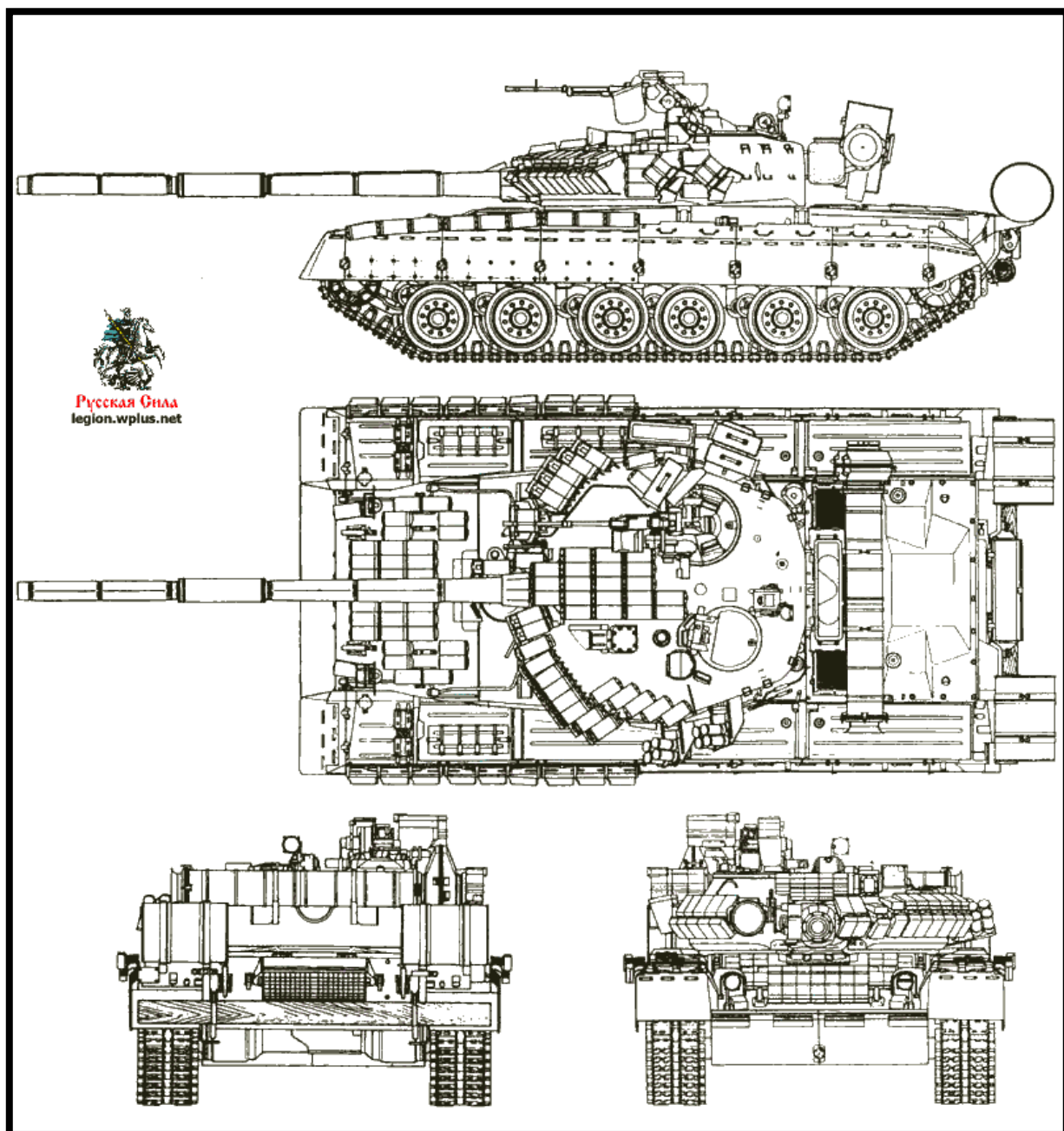
Magasság: 2215

Lánctalp szélesség: 451

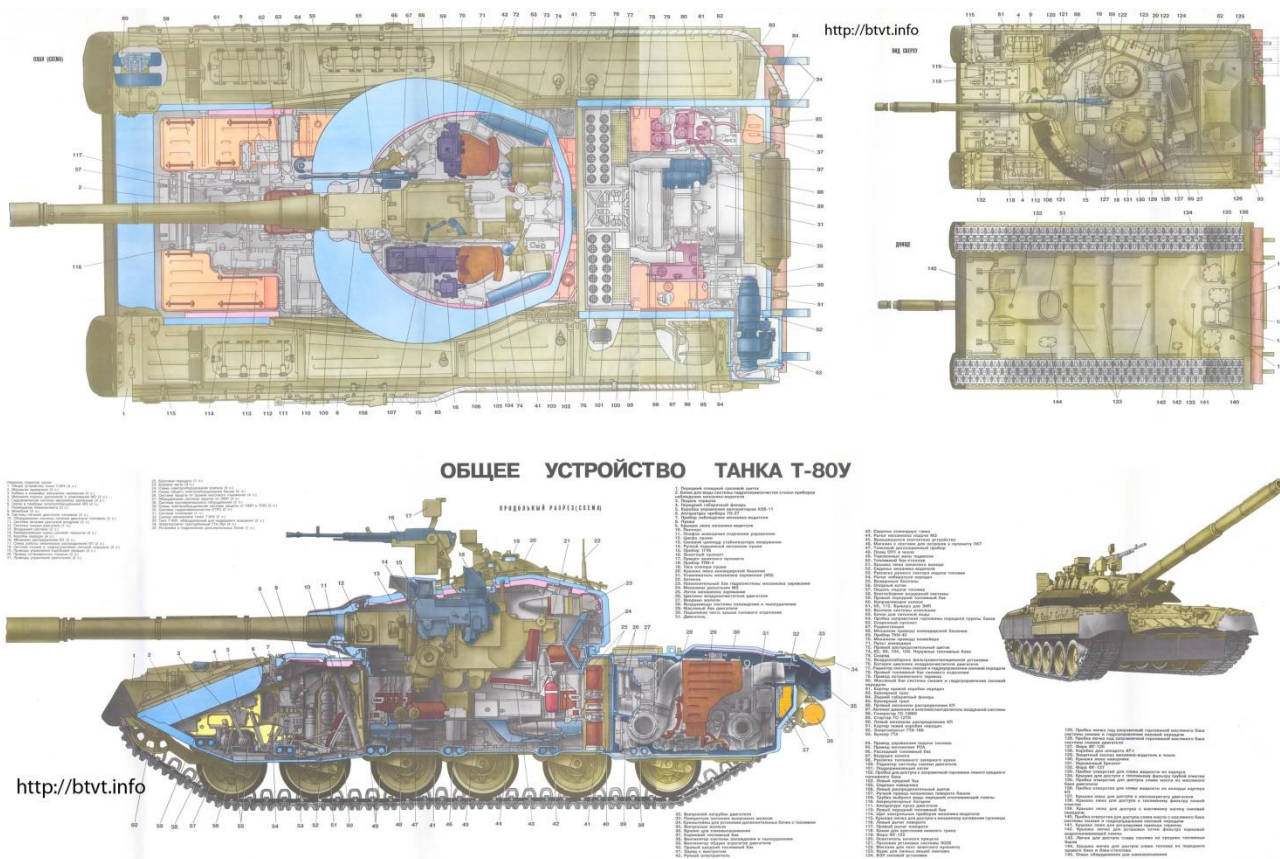
Súly: 46 tonna

Motor teljesítmény: 1250 LE

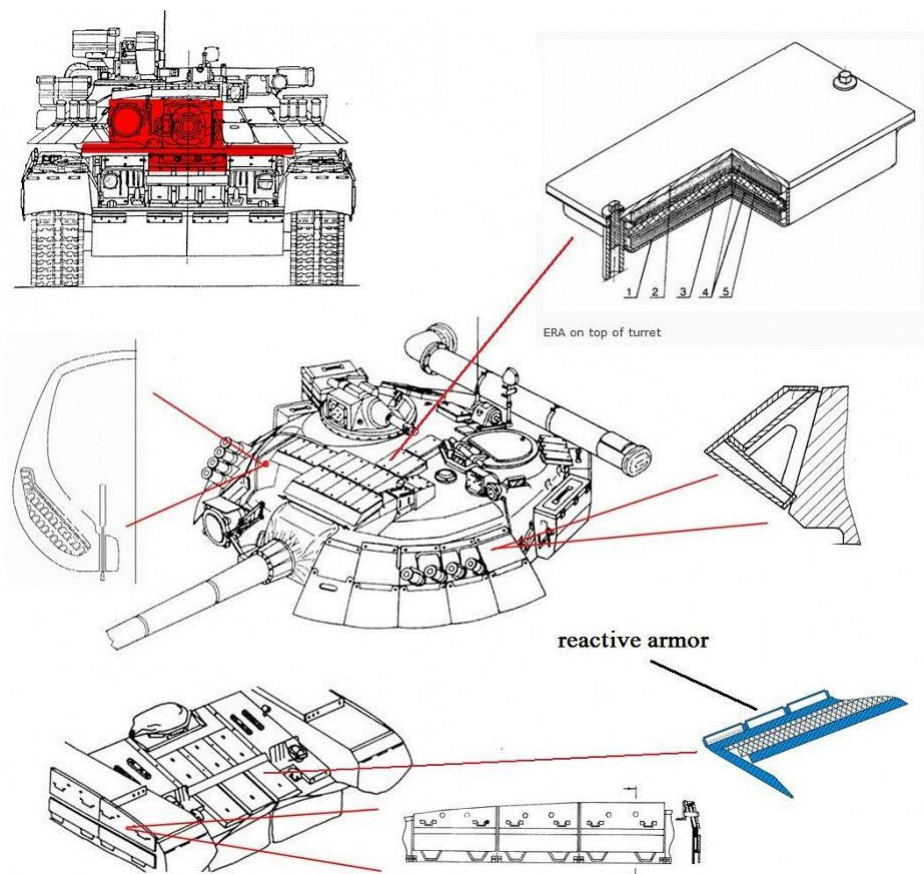
Főfegyver kalibere és típusa: 125 mm 2A46M-1



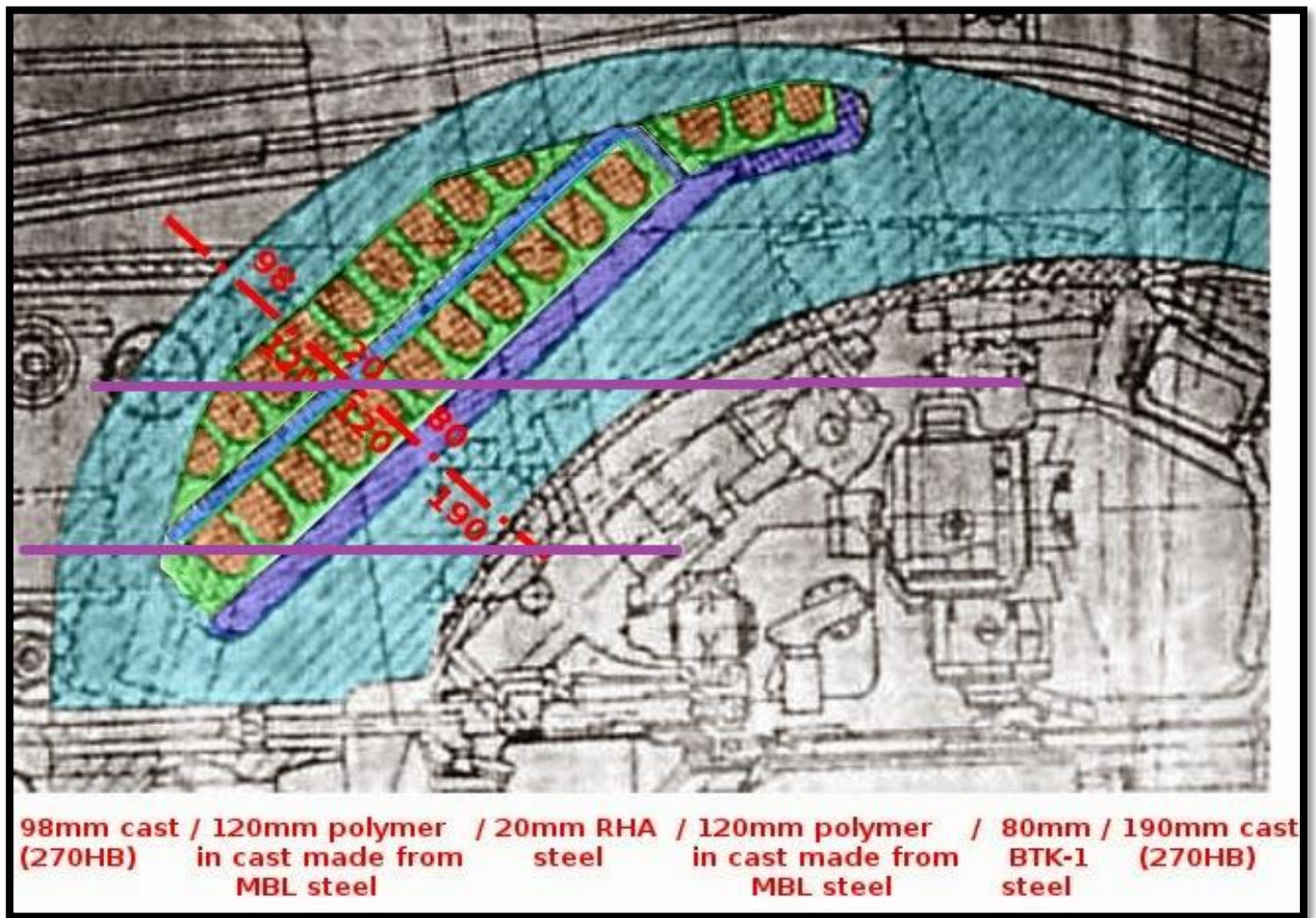
A képen a T-80U jellegrajza



A fenti képen a T-80U harckocsi felépítése
Az alsó képen a reaktív páncél készlet látható



Páncélzat:



A fenti képen a T-80U toronypáncélzata látható. A piros vonal mentén az anyagösszetétel olvasható. A két lila vonal a beérkező találatok iránya. A T-80U tornyának védelme erősen geometriafüggő, így három eltérő helyen történő találattal fogok számolni. A korund vastagságánál mivel kitöltő anyagban van ezért csak 80 mm-es vastagsággal számolok az átiratnál.

T-80U torony:

Felső lila vonal:

Tényleges: 100 mm CST + 120 mm Korund + 20 mm RHA + 120 mm Korund + 80 mm HSLA + 190 mm CST

Átirat: 126 mm RHA + 157 mm RHA + 28 mm RHA + 157 mm RHA + 146 mm RHA + 239 mm RHA

Összesen: 853 mm RHA

Ez a 853 mm RHA egy elképesztően jó érték. Kb. a védendő felület 60%-át jellemezheti.

Alsó lila vonal:

Tényleges: 120 mm CST + 120 mm Korund + 80 mm HSLA + 300 mm CST

Átirat: 108 mm RHA + 158 mm RHA + 147 mm RHA + 270 mm RHA

Összesen: 683 mm RHA

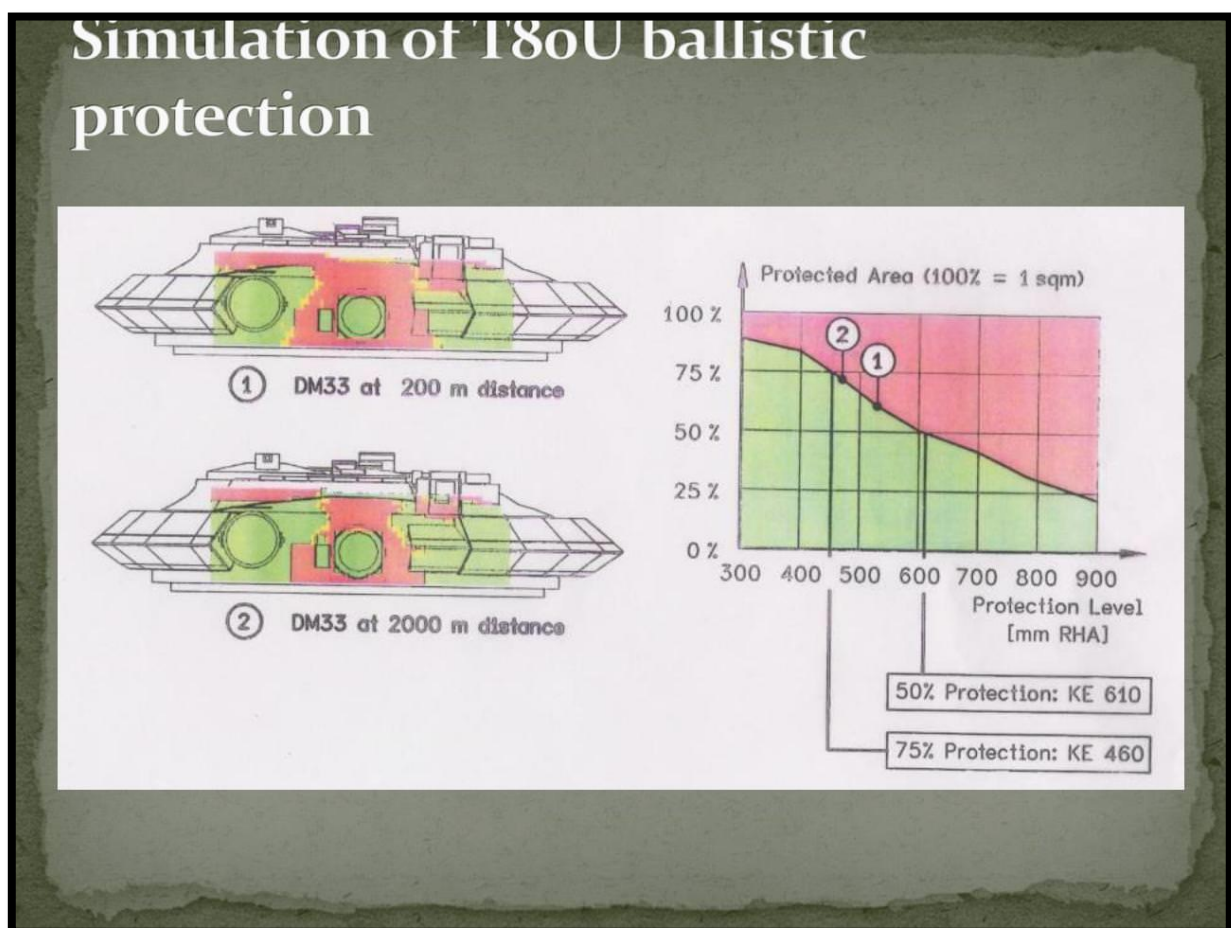
Piros vonal, vagyis a minimális védelem:

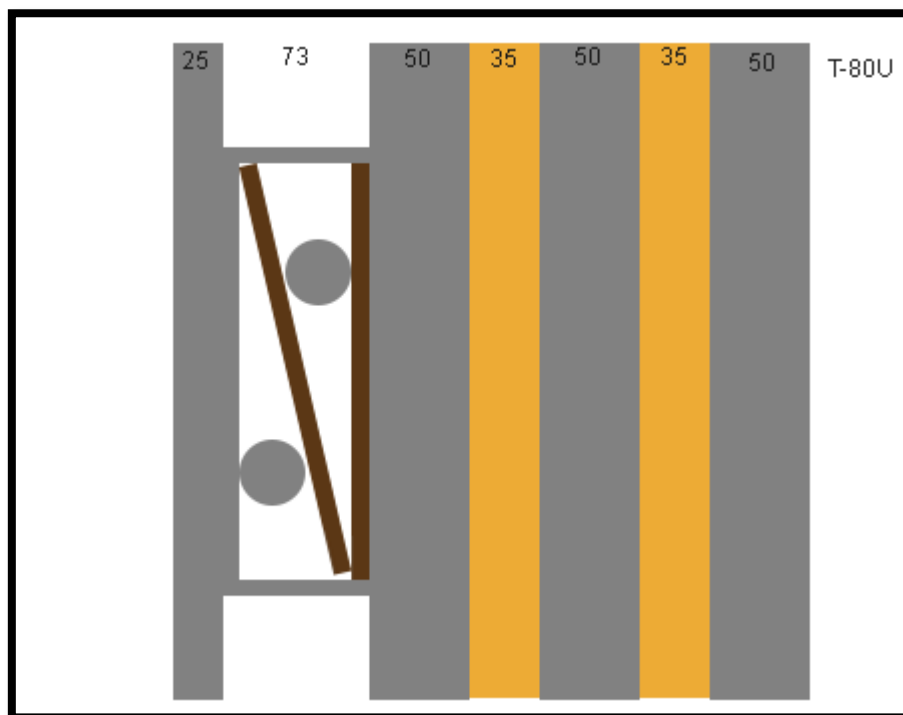
Tényleges: 100 mm CST + 120 mm Korund + 20 mm RHA + 120 mm Korund + 80 mm HSLA + 190 mm CST

Átirat: 90 mm RHA + 112 mm RHA + 20 mm RHA + 112 mm RHA + 104 mm RHA + 171 mm RHA

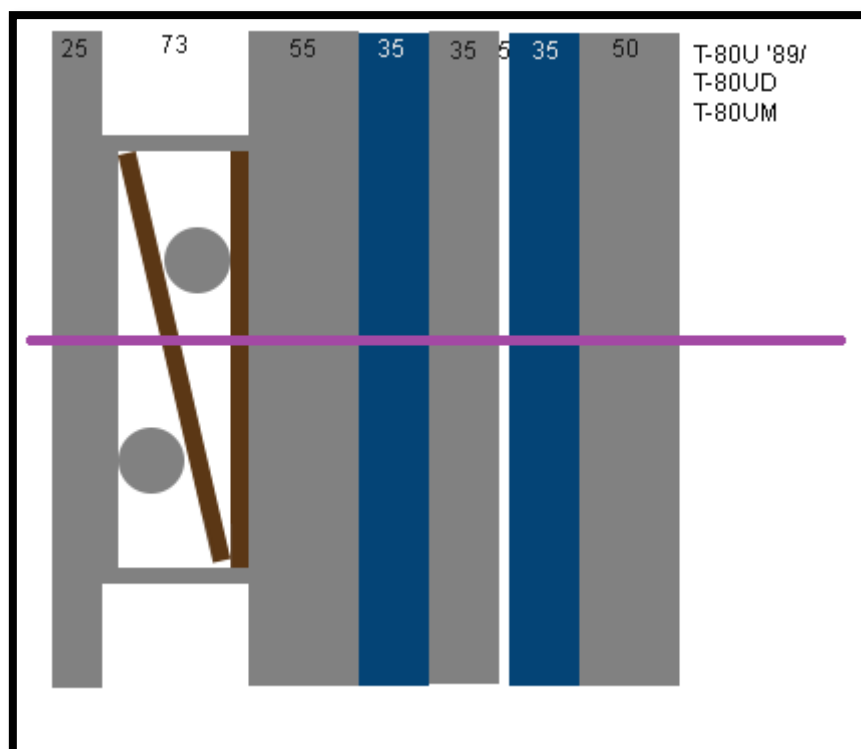
Összesen: 609 mm RHA

A számításokból jól látszik, hogy a harckocsi torony páncélzata a saját korában extrém módon erős KE védelemmel rendelkezett. A számítások hozzávetőleges helyességét a svéd harckocsi tenderre benevezett, és a svédek által alaposan bevizsgált T-80U toronypáncélzatának svéd elemzése igazolja. Lenti képen az eredmények:





A fenti képen a T-80U páncélteknőjének a felső íve látható.
Az alsó képen egy későbbi T-80U páncélteknőkének a felső íve látható
Mind két esetben a páncélzat dőlésszöge 22 fok.



T-80U páncélteknő felső ív:

A felső képeken lévő páncélzatok számítása:

Tényleges: 50 mm RHA + 35 mm textolit + 50 mm RHA + 35 mm textolit + 50 mm RHA

Átirat: 133,5 mm RHA + 18,5 mm RHA + 133,5 mm RHA + 18,5 mm RHA + 133,5 mm RHA

Összesen: 437,5 mm RHA

Az alsó képen lévő páncélzat számítása:

Tényleges: 55 mm RHA + 35 mm Korund + 35 mm RHA + 35 mm Korund + 50 mm RHA

Átirat: 147 mm RHA + 131 mm RHA + 93,5 mm RHA + 131 mm RHA + 133,5 mm RHA

Összesen: 636 mm RHA

A T-80U idején a szovjetek már széles körben használtak HSLA acélokat, amelyeket 50 mm-s vastagságig tudtak gyártani. Emellett ezek a HSLA lapok hegeszthetőek voltak, így a beépítésük nem okozott már a 80-as években műszaki problémát. Korrigált védelmi érték HSLA acéllappal:

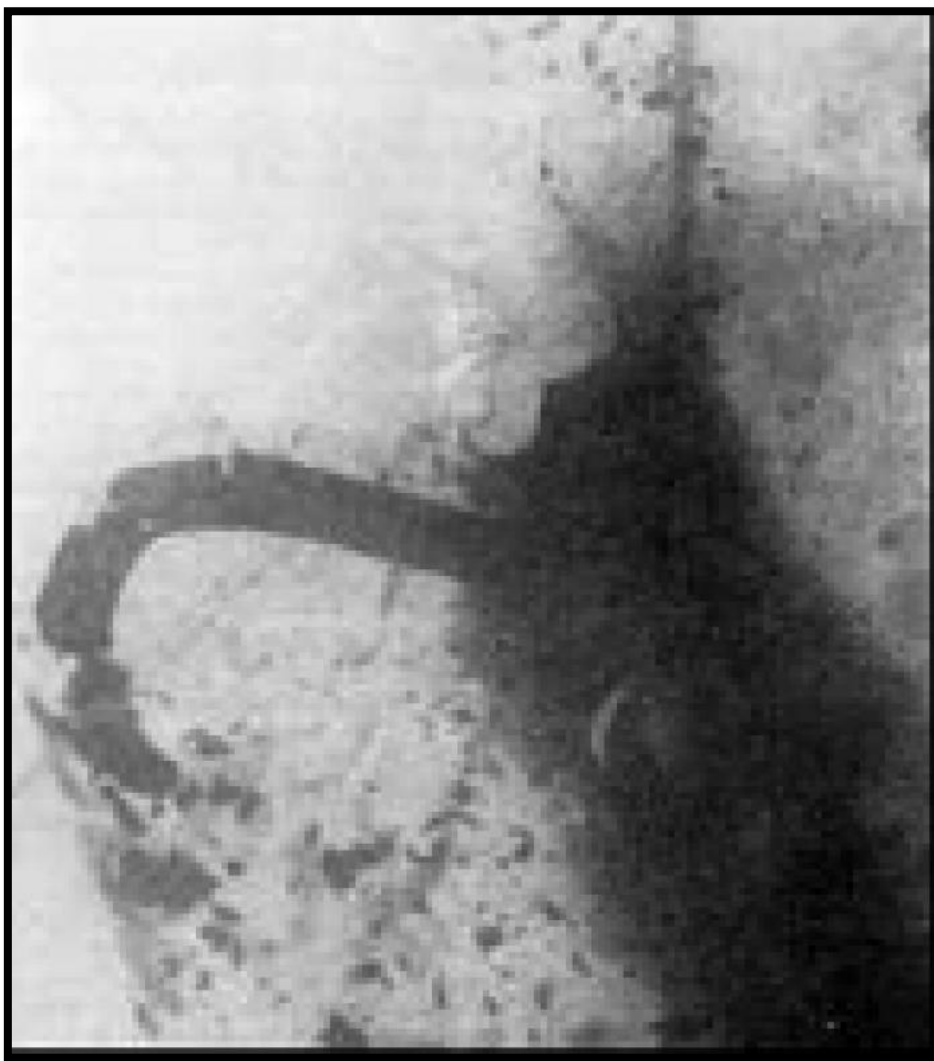
Felső kép RHA: 558 mm RHA

Alsó kép RHA: 748 mm RHA

Ez alapján jól látszik, hogy a teknő védelme nagyban függ a megválasztott konfigurációtól és anyagösszetételtől. A HSLA acélok alkalmazásával olcsón is jelentős védelemnövekedés érhető el. Sajnos nem áll rendelkezésre elég nyilvános információ ahhoz, hogy a négy különböző számítás közül kiválasszuk azt, amelyik a valóságot a legjobban tükrözné. A kerámiás teknőpáncélzat létezését pedig többen vitatják. Bár a toronyban széles körben alkalmazott korund alapján a teknő kerámiával való páncélozása teljesen reális opció, és ma már teljesen természetes eljárásnak tekinthető.

A teljes páncélzat elemzés alapján az 80-as évek végén, a T-80U páncélzata páratlanul komoly védelmet nyújtott a harckocsi számára. A jármű frontális védelme már a passzív páncélzat tekintetében is ellenállt lényegében majdnem minden nyugati páncéltörő lőszernek. A járműre KE tekintetében az amerikai M829-s jelentette a legnagyobb veszélyt. De mivel a hidegháború után lefolytatott tesztek bebizonyították, hogy a Kontakt-5 reaktív páncélt nem lehetett még az M829-el sem átlőni, így a Kontakt-5-el felszerelt T-80U, szemből lényegében kilőhetetlen volt a nyugati harckocsik számára. A harckocsiban érdemi kárt csak a becsapódáskor a reaktív páncélt elkerülő, a tornyot a lövegpajzsnál eltaláló, vagy a páncéltekő alsó ívét eltaláló, lövedék tudott volna tenni. Egy ilyen találatra viszont az esély matematikailag elenyésző. A T-80U-t tudtommal sosem vetették be éles harci körülmények között. Előd modelljét a T-80B-t viszont igen, a csecsenföldi konfliktusokban. Ott több kritika érte a hadsereg részéről. Elsősorban a lánctalp fölött elhelyezkedő üzemanyag tartály kigyulladás aggasztotta őket, amit a heves RPG tűzben számtalanszor eltaláltak a csecsen harcosok. Ez a legtöbb esetben nem járt a harckocsi kilövésével, de szinte minden esetben heves tüzet okozott. Emellett a T-72B-hez képest bonyolultabban karbantartható volt, alacsonyabb volt az ágyújának az emelési szöge és rosszabb ergonómiával rendelkezett a küzdőtere. Így a T-80B-t nem tartották akkora harcértékűnek városi és hegyvidéki terepen, mint a T-72B-t. Ezzel ellentétes véleményen voltak viszont a szovjet/orosz távol-keleti csapatok. Az ő véleményük szerint a hideg távol-keleti pusztában a T-80-as sorozat egy kiválóan alkalmazható harckocsi. Kiemelik, hogy a gázturbina miatt -40 fokban is 3 perc alatt indítható a jármű, a régebbi harckocsik 30-40 perces indítási idejével ellentétben. A jármű a sík terepen nagy mobilitással rendelkezik, elsősorban a kiváló teljesítmény/tömeg arányának köszönhetően. A harckocsi tűzerejét és védelmi képességét nyílt terepen való ütközet esetén kiemelkedőnek tartják.

Aki szeretne többet tudni az általam részletesen nem bemutatott T-72A és T-80B harckocsikról, annak ajánlom a Tankograd weboldalát ahol rendkívül részletes műszaki leírás található a két típusról.



A fenti képen egy ERA reaktív páncélzat által eltört KE nyíllövedék látható. A Kontakt-5 reaktív páncélzat bármely harckocsi védelmi képességét képes volt jelentősen megnövelni.

A linken egy videó érhető el, amely bemutatja a T-72B és a T-80U védelmi képességeit:

<https://www.youtube.com/watch?v=zbTVI3skRzo>

A T-72B-re SZPG-9-el, a T-80U-ra 125 mm-s HEAT lövedékekkel tüzelnek. A harcjárművek passzív páncélzata az ERA kiegészítő páncélzattal együttműködve, megvédi a harckocsit az őket ért találatoktól.

Leopárd 2



A képen Leopárd 2 nagymacskák élvezik a havat

A Leopárd 2A0 harckocsi a 1979-ben állt szolgálatba.

A Leopárd 2A4 alapváltozat 1985-1987-ig volt gyártásban.

A Leopárd 2A4 fejlesztett páncéltatú változat pedig 1988-tól került gyártásba.

Alapvető paraméterei mm-ben:

Testhossz: 7672

Teljes hossz: 9613

Szélesség: 3540

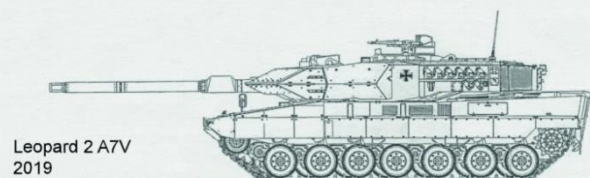
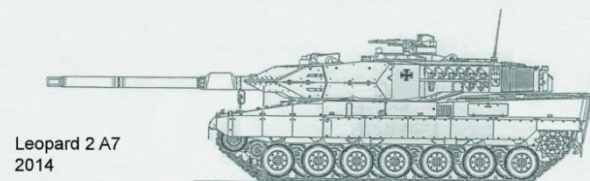
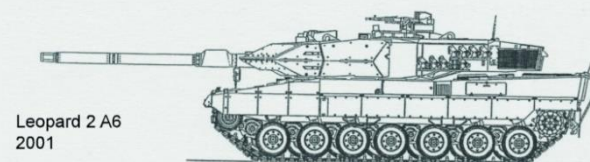
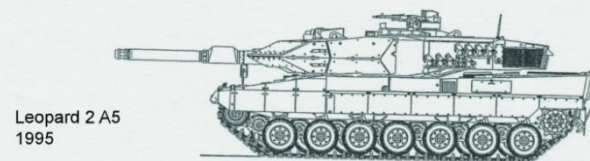
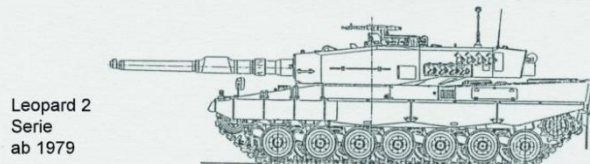
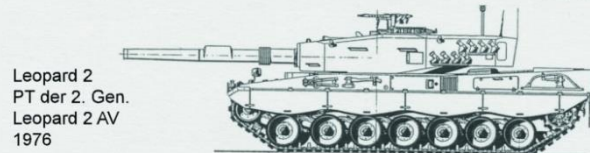
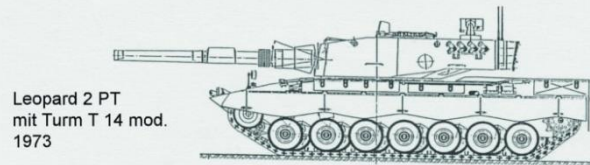
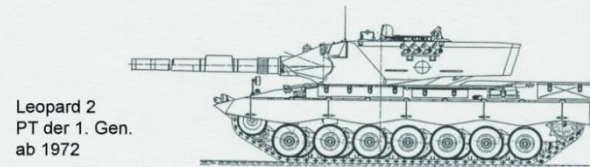
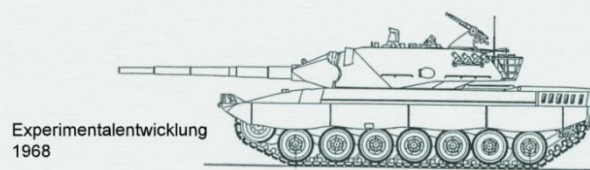
Magasság: 2480

Lánctalp szélesség: 635

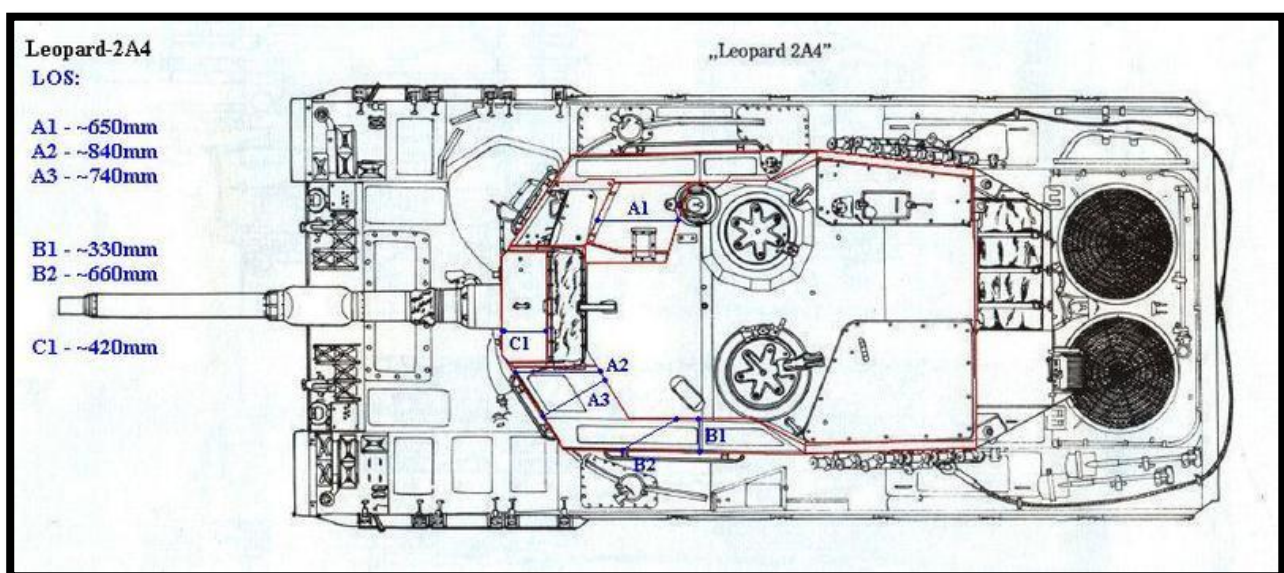
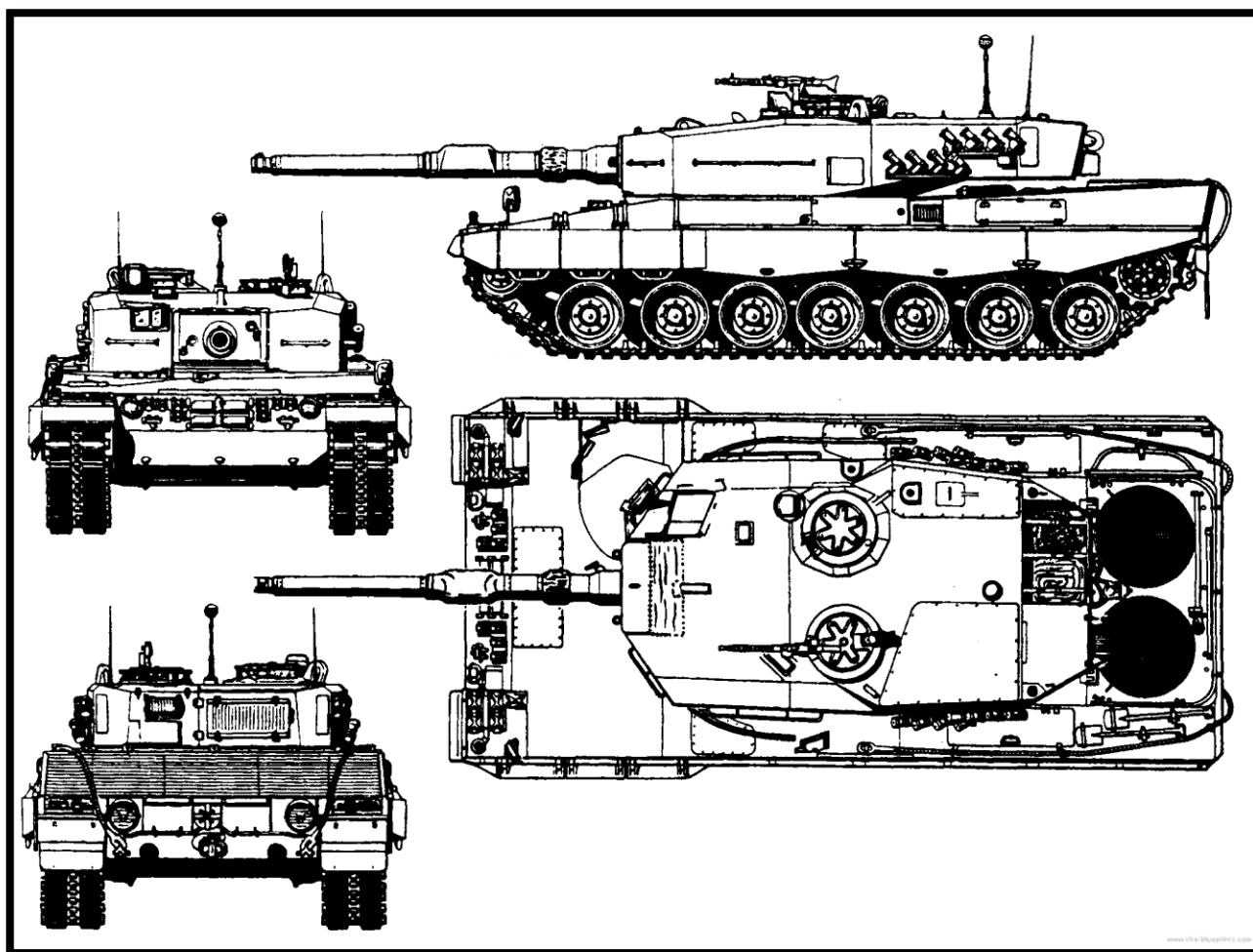
Súly: 55 tonna

Motor teljesítmény: 1500 LE

Főfegyver kalibere és típusa: 120 mm RM120 L/44



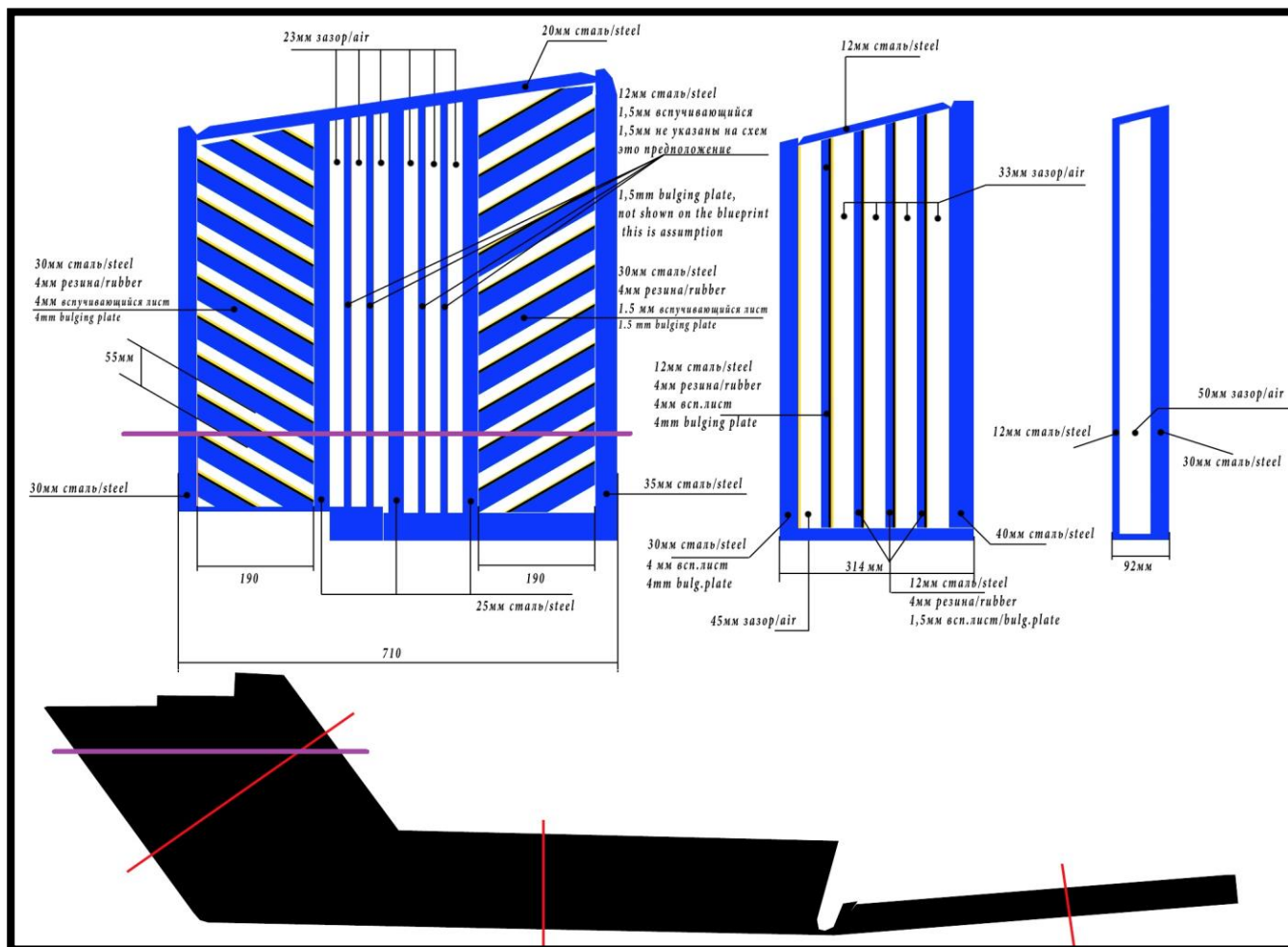
A képen a Leopárd 2 harcjárművek fejlődése



A fenti két képen a Leopard 2A4 jellegrajza és a torony páncéltatának fizikai elhelyezkedése látható

Páncélzat:

A páncélzat áttekintése során a Leopárd 2AV-Leopárd 2A4-első szériájáig áll rendelkezésünkre információ. A Leopárd 2A0-hoz kiválasztott és egészen 1987-ig gyártott toronypáncélzat változat felépítése elviekben ismert. Az erről készült ábra alapján elemzem majd az első szériás Leopárd 2-esek toronypáncélzatát. A teknő páncélzat felépítéséről nincs információnk. De a titkosítás alól feloldott dokumentumok szerint a teknő védelmi szintje alacsonyabb, mint a torony páncélzaté.



**A képen a Leopard 2 tornyának üreges többrétegű NERA páncélzata látható.
A védelmi szint kiszámítását az első piros és a lila vonal mentén végzem el**

Leopárd 2A0/A4 torony páncélzat:

Piros vonal mentén:

Tényleges: 30 mm RHA + 2*38 mm NERA (45 fok) + 25 mm HSLA + 2*15 mm NERA + 25 mm HSLA + 2*15 mm NERA + 25 mm HSLA + 2*38 mm NERA (45 fok) + 35 mm RHA

Átirat: 30 mm RHA + 74,5 mm RHA + 32,5 mm RHA + 21 mm RHA + 32,5 mm RHA + 21 mm RHA + 32,5 mm RHA + 74,5 mm RHA + 35 mm RHA

Összesen: **353,5 mm RHA**

Ez végeredményben lényegében megfelel a „hivatalos” jelentésben szereplő 350 mm RHA értéknek! :-)

Lila vonal mentén: 431.5 mm RHA

(maximum 35 fok eltérés a derékszögtől, így 122%-os szorzót alkalmaztam)

A jelentésben szereplő fejlesztet variáns az 1988-tól erősebb páncélzattal gyártott Leopárd 2A4. Az adatok lényegében megegyeznek az általam számolt értékekkel. A jelentés alapján a Leopárd 2 védelme KE lövedékekkel szemben kb. a T-64A/T-72A szintje körül mozgott. Viszont a 4 rétegű NERA-nak köszönhetően rendkívül jó volt a páncél védelme a HEAT lövedékekkel szemben. Ez azt jelentette, hogy a hidegháború végéig nem létezett nagy számban olyan szárazföldi indítású RPG, ATGM vagy HEAT harckocsi lövedék, amely át tudta volna ütni a Leopárd 2 torony frontpáncélzatának védelmét. Ez egy rendkívül komoly eredmény, de a jelentés alapján nem egyedülálló! Viszont a harckocsi páncélteknője és oldalai ennél sokkal kevésbé védettek.

Abban az időben a Challenger 1 és az M1 Abrams is NERA-ra alapuló páncélzattal készült. További érdekes adat a papíron, a ceruzával oda írt megjegyzés, ami alapján a Leopárd 2A4 fejlesztett változatának és a Cheftain stillbrew-s változatának a KE védelmét egyenértékűnek tartják. Emellett, azt is, hogy a Challenger 1 páncél védelme KE lövedékekkel szemben 435 mm RHA egyenértéket tud, míg HEAT lövedékekkel szemben 700 mm RHA egyenértéket. Ez a szovjet T-72B-hez hasonló szint. Ezek alapján kijelenthető, hogy a Leopárd 2-vel a németek tovább vitték a Leopárd 1-el megteremtett könnyen páncélozott közepes harckocsi hagyományát. Ezt a Leopárd 2 méretéhez képes meglepően alacsony súlya is igazolja. A Leopárd 2-esek gyakorlatilag a hidegháború legvégén érték el a kortárs nyugati harckocsik átlagos védelmi szintjének a színvonalát.

A2.1 Technology

The Germans claim to have abandoned the "bulging plate" technology used in Leopard 2's present armour in favour of a new technology. They were not prepared to divulge more than this, and penetrations were taped over to prevent close examination. It was inferred however, that the new armour incorporates ceramics. It also has a spall-liner approx 2" thick of some hard but slightly resilient material. The skirt plates consist of a plastic material sandwiched between a 1" (approx) steel outer and a $\frac{1}{4}$ " (approx) steel inner plate.

A2.2 Performance

The armour is designed to defeat the following levels of attack over a 60° frontal arc.

A2.2.1 KE

DM23 120 mm tungsten APFSDS at all ranges (see para A3.1.1 below).

A2.2.2 Hollow Charge

136 mm HEAT (see para A3.1.2 below).

A6 SUMMARY

On the evidence gained from this visit the armour protection of the Turret frontal arc of LEOPARD 2 is assessed as:

LEO 2 (in-service)	KE 350 mm RHA
	CE 700 mm RHA

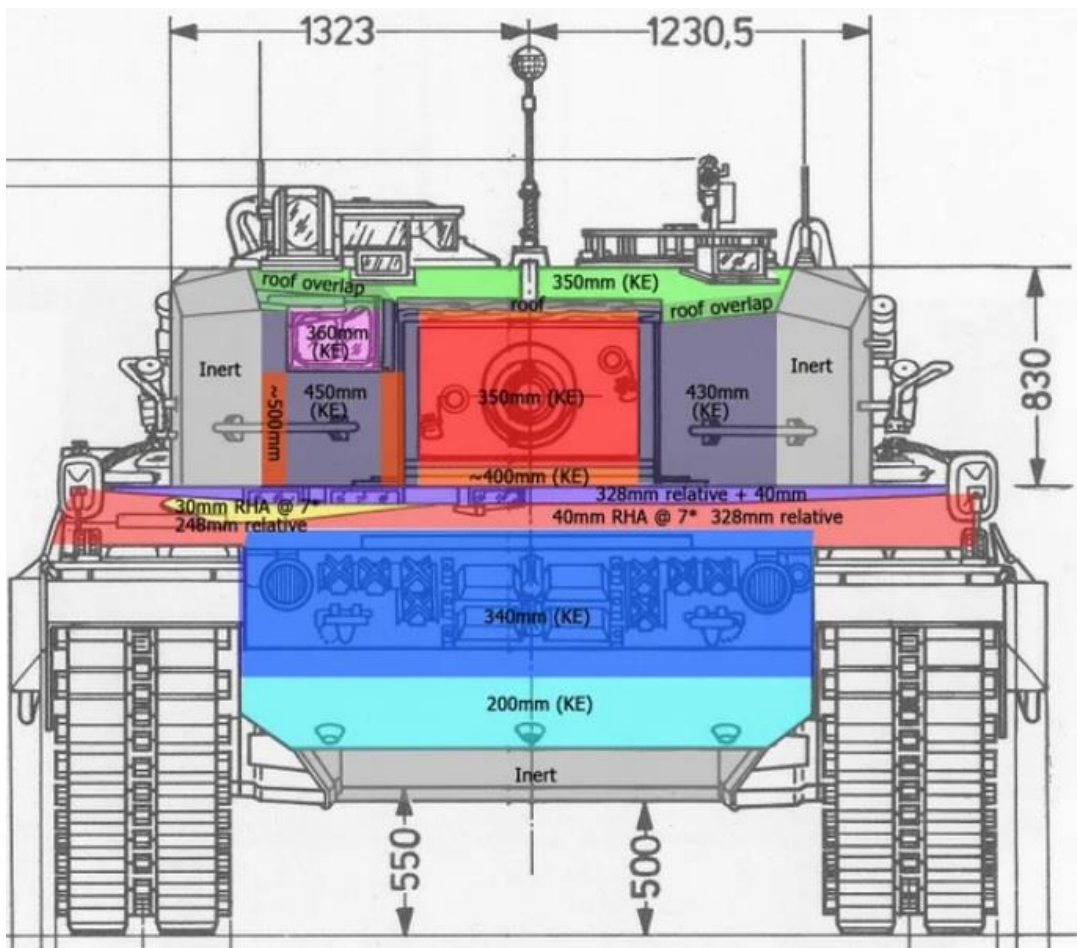
LEO 2 (Improved as proposed)	KE 410-420 mm RHA
	CE 750-800 mm RHA

In both cases multi-hit capability is unlikely to be good. (For comparison current Challenger in-service has KE 435 mm CE 700 mm).

Annexes:

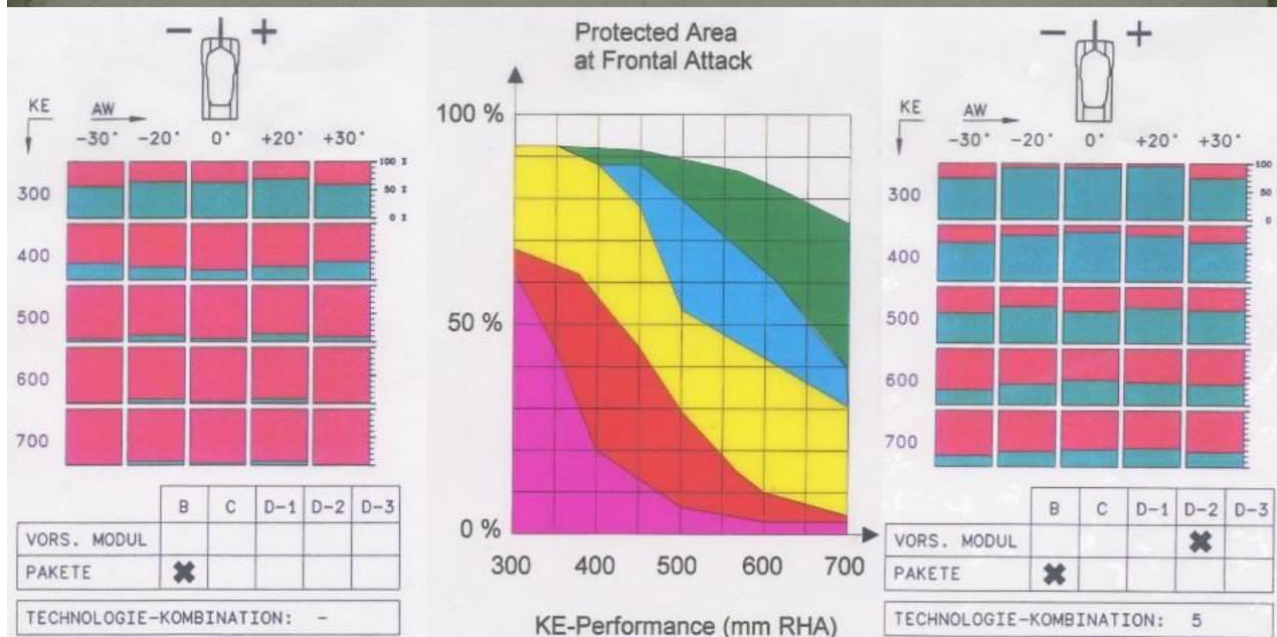
- A. Strike Data
- B. Hull and Turret Strikes

Jelentés a Leopard 2 páncélvédelméről.



Svéd ballisztikus mérés grafikus ábrázolása a Leopard 2A4 páncélvédelméről.

Leopard 2 A4 vs Leopard 2 "Improved"



Svéd ballisztikus mérés grafikus ábrázolása a Leopárd 2 páncélvédelméről.

Bal oldalt a Leopárd 2A4-es „B” páncél kompozíciója, jobb oldalon a svédeknek följánlott KWS II-es „D” páncélcsomag. Utóbbi a 90's évek gyermeke és elég komoly fejlődést hozott a Leopárd 2-es típus frontális védelmében. Ezen nehezebb páncélcsomag alkalmazása, csak az alváz jelentős megerősítése mellett lehetséges.

SURVIVABILITY

5. Survivability is a combination of the ability to protect vital aspects of the tank from damage, and to avoid being hit in the first place. Physical protection of the propellant in the ammunition has become more important owing to its volatility when struck by high energy fragments.

6. Armour protection is a particular strength of Challenger 2 which is expected to be significantly better in this regard than Challenger 1. By comparison, Leopards 2's frontal protection is not even as good as that of uparmoured Chieftain. The recently announced uparmouring of Abrams is expected to give that tank better protection than Challenger 2 against KE attack but only over a narrow frontal arc.

7. Challenger's ammunition allows all the vulnerable charges to be stowed below the turret ring in the hull, whereas both Leopard 2 and Abrams stow ammunition in the turret which increases the probability that a direct hit will destroy the tank. Both Abrams and Leopard 2 have armoured bulkheads separating the ammunition from their crews, and employ specially designed blast panels in the turret roof to divert the force of any explosion. They also both have hydraulic turret drives which make them more prone to catch fire when hit. In consequence both countries

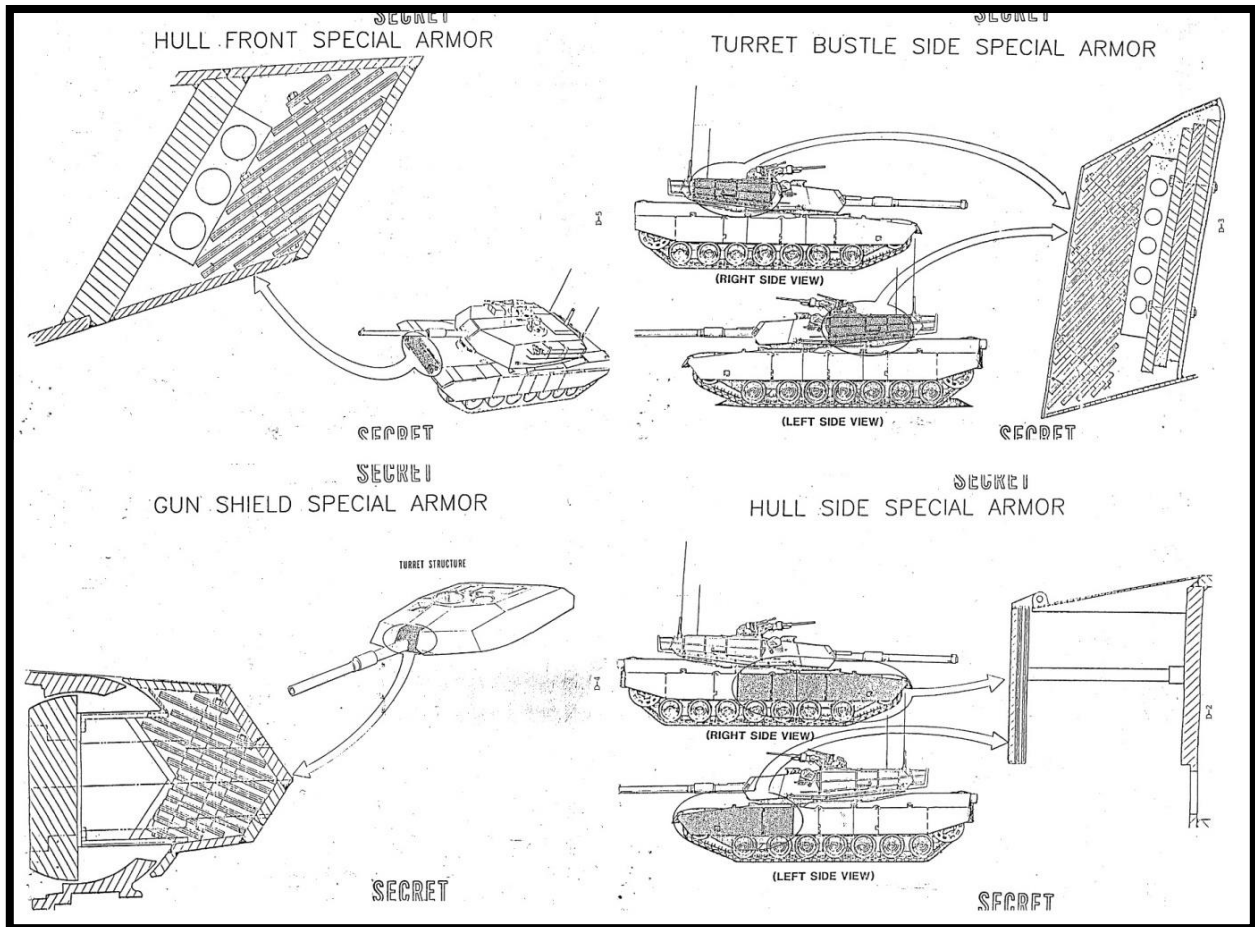
A jelentés szerint a Leopárd 2 kevésbé páncélozott, mint a Chieftan.

Ez természetesen csak a kinetikus fenyegetésekkel szemben igaz.

A Leopárd 2A4 kumulatív védelme magasabb, mint a Chieftain harckocsié.

A Challenger 1 és az M1 Abrams esetén nem állnak rendelkezésre pontos méret adatokat tartalmazó páncélzeti ábrák. Viszont rendelkezésre állnak „hivatalos” mérési adatok. Illetve ma már az M1 Abrams esetén az eredeti változat titkosítás alól feloldott páncélzeti ábrái amelyek, sajnos pontos vastagság és anyag összetételi adat nélkül kerültek nyilvánosságra. Lentebb ezeket az információkat szeretném bemutatni.

M1 Abrams:



M1 Abrams NERA páncélzata

Bár a fenti képen pontos méretek és anyagösszetételek nem szerepelnek, de azért egy felületes elemzést el lehet végezni a titkosítás alól feloldott ábrák alapján.

A bal felső sarokban az Abrams teknőfront páncélzata látható.

Balról jobbra haladva:

Vastag RHA lemez, üreges tartó, csillapítókra szerelt NERA lapok, és végül a vékony külső RHA fedőlemez.

A jobb felső sarokban az Abrams tornyának az oldalpáncélzata látható.

Balról jobbra haladva:

Vékony RHA takarólemez, csillapítókra szerelt NERA lapok, üreges tartó rétegelt páncéllapok és végül a torony vékony belső RHA fala

A bal alsó sarokban az Abrams lövegpajzs páncélzata látható.

Balról jobbra haladva:

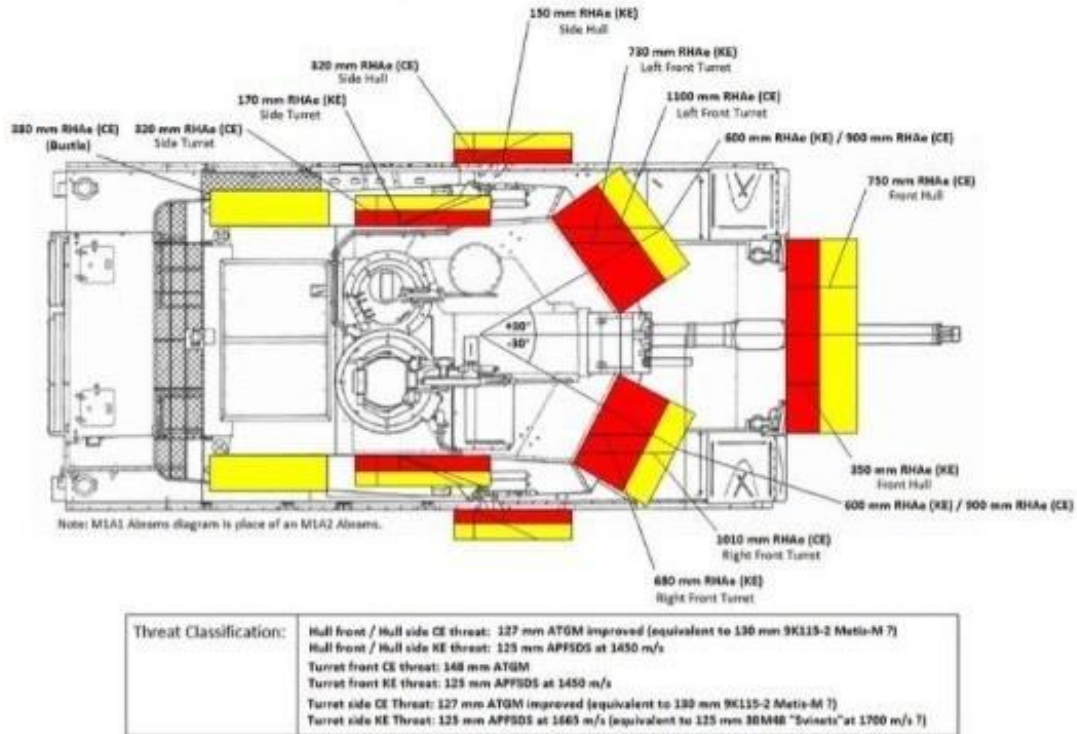
Öntött acél (CST), üreg, szerkezeti acéllemez (tartó), csillapítókra szerelt NERA lapok, RHA fedőlemez.

A jobb alsó sarokban az Abrams kötényezése látható.

Balról jobbra haladva:

Vékony RHA lemez, egy réteg NERA, távtartó rúd, RHA teknőoldalfal lemez.

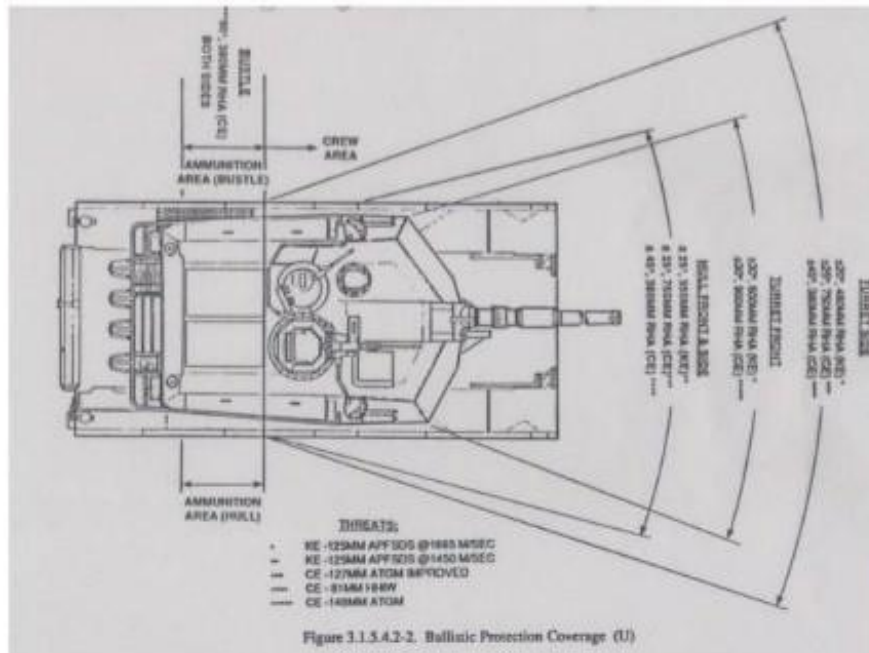
M1A2 Abrams Ballistic Protection Coverage according to the data submitted to the Swedish Tank Trials [1991-1993]



Reference: Striboforden Mag och inörgan - November 2018 - Rickard O. Lindström - slide: 59

Note: All figures are +10 mm RHAs estimates rounded up to the 10th mm position.

Note: Because of varying thicknesses due to geometric and technical constraints, the actual RHAs values will be lower in some areas of the vehicle front and sides.



Svéd értékelő jelentés az M1A2-ről:

A harckocsi teknőjének védelme: KE 350 mm RHA; HEAT 750 mm RHA
 A tornyának a védelme: KE 600-680 mm RHA ; HEAT 900-1000 mm RHA
 Megjegyzem a harckocsi teknő frontjából hiányzott a szegényített urán páncélbetét, mert azt nem exportálják.

Kinetic rounds use speed and mass to penetrate armor, while HEAT shaped-charge warheads essentially "burn" through the armor.

Additionally, it is possible that war stocks of limited issue (rounds for 105mm tanks that are no longer manufactured) may be made available. These rounds are the high explosive plastic used against bunkers, the flechette used against personnel, and the white phosphorous for marking or obscuring targets.

The number of main gun rounds declines from the M60A3's basic load of 63 rounds to the M1's 55 rounds and to the M1A1's 40 120mm rounds. The M1A1 120mm has two APFSDS-T rounds (the M829 and M829A1) and one HEAT-MP round (the M830). The M551A1 Sheridan carries 21 152mm conventional rounds and 8 Shillelagh missiles. The M551's conventional rounds are HEAT-MP effective out to 1,600 meters; the high explosive and canister (flechette) rounds are effective out to 400 meters. The Shillelagh missile has a maximum effective range of three kilometers.

Infantrymen directing the fire of these armored vehicles need to know that both the M60 tank and the M551 Sheridan have an external telephone box on the rear fender; unfortunately, the M1 and M1A1 do not. All armored vehicles have a radio capability and can accept a WD-1 telephone line.

Finally, infantrymen should remember that there are visual blind spaces and weapon dead zones around each tank that can either help or harm them.

When used together, engineer antitank mines and infantry antiarmor weapons are a winning combination. FM 20-32, Mine/Countermine Operations, discusses the use of antitank mines. The M15 and M19 are manually emplaced pressure activated antitank mines. They weigh 30 and 28 pounds, respectively, and are designed to provide a mobility kill. The M21 antitank mine is a manually emplaced full-width killer mine. It weighs 17 pounds and contains a shaped charge with 11 pounds of explosives. It is activated as an enemy tank drives over the tilt rod and is effective against all known tanks.

ANTIARMOR MUNITIONS

MUNITION	PLATFORM	PENETRATION	RANGE	AVERAGE VELOCITY
U.S.				
TOW 2A	BFV/ITV	1,000mm	3750 m	186 m/s
TOW 2	BFV/ITV	900mm	3750 m	186 m/s
I-TOW	BFV/ITV	800mm	3750 m	186 m/s
Dragon	Manportable	500mm	1000 m	90 m/s
120mm M829	M1A1	525mm	2000 m	1,660 muzzle vel
120mm M829E1	M1A1	650mm	2000 m	1,660 muzzle vel
105mm M833	M1/M60	420mm	2000 m	1,500 muzzle vel
SOVIET				
AT-3 Sagger	BMP-1/BRDM	400 + mm	3000 m	120 m/s
AT-4 Spigot	Crew Served	500-600mm	2000 m	181 m/s
AT-5 Spandrel	BMP-2/BRDM	500-600mm	4000 m	250 m/s
AT-6 Spiral	HIND-E	600-700mm	5000 m	450 m/s
AT-8 Songster	T-64B/T-80	700-800mm	4000 m	Not Available
125mm APFSDS	T-64/72/80	450mm	2000 m	1,750 muzzle vel
115mm APFSDS	T-62	350mm	2000 m	1,600 muzzle vel
100mm APFSDS	T-54/55	300mm	2000 m	1,500 muzzle vel
125mm HEAT-FS	T-64/72/80	500 + mm	2400 m	Not Available
115mm HEAT-FS	T-62	450mm	1600 m	Not Available
100mm HEAT	T-54/55	390mm	1500 m	Not Available

ARMOR PROTECTION

Tank Protection Level Frontal 60 Degrees Arc (mm)

U.S.	vs HEAT Munitions	vs KE Munitions at 2 KM
M60A1	325	325
M1	750	350
M1A1	1000	400
M1A1 (DU)	1300	600

SOVIET		
FST 1 w/RA	1200	550
T-80 w/RA	1050	500
T-72 w/RA	900	450
T-64B w/RA	900	450
T-80	500	500
T-72	400	400
T-64	400	400
T-62	300	300
T-55	200	200

NOTES:

1. RA stands for explosive reactive armor.
2. DU stands for depleted uranium.
3. To insure a kill, the number for penetration must be larger than protection level.
4. Sides, rear, top and bottom of tanks are less protected.
5. Chart data from Soviet Gains in Armor/Antiarmor, FM 100-2-3, Soviet Military Power 1987, and Ten Million Bayonets.

Table 2

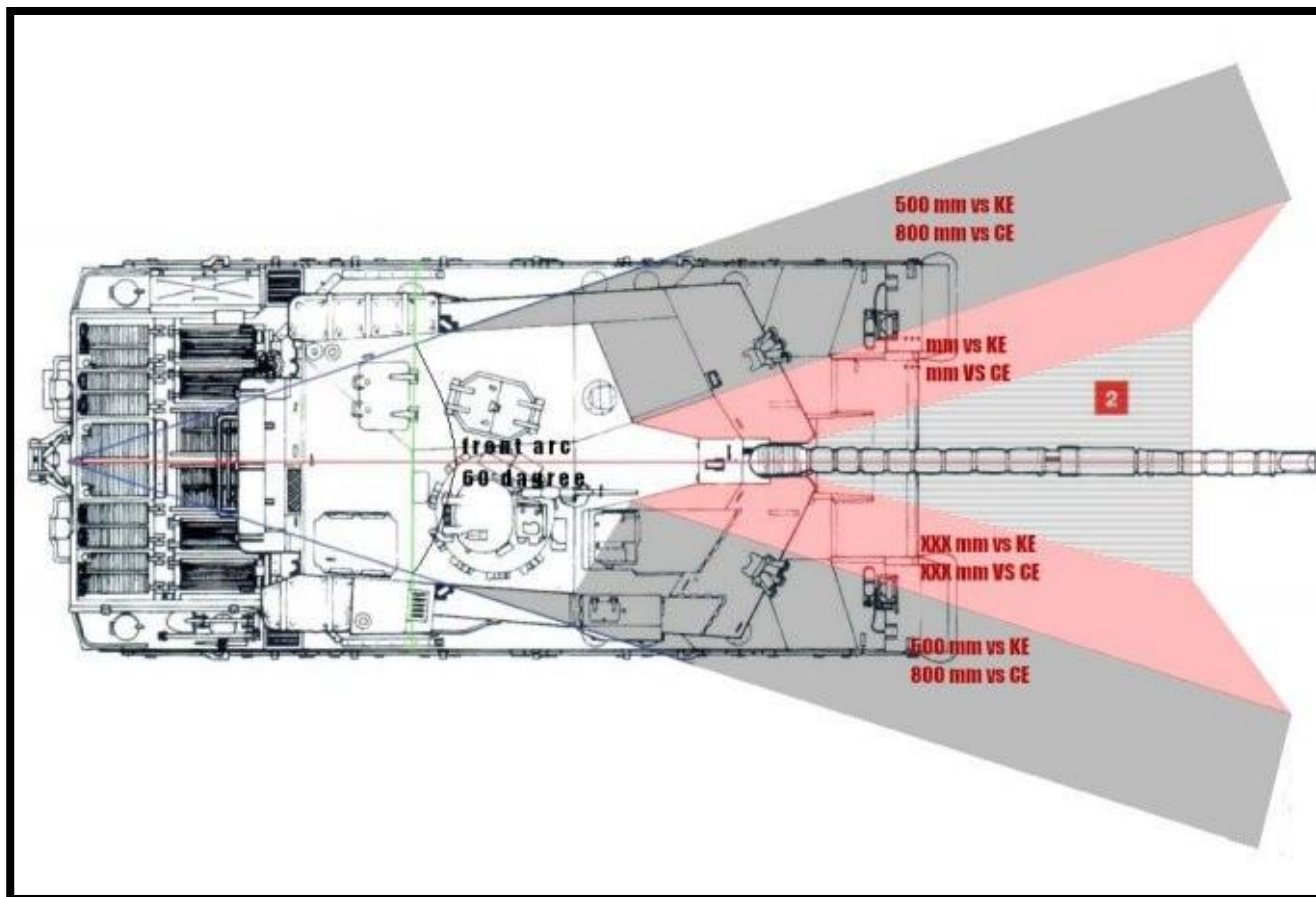
TC 6-20-5, Field Artillery Delivered Scatterable Mines, discusses the employment techniques for field artillery delivered scatterable mines. The manual states that a 155mm battery requires 15 minutes to fire a planned and approved minefield that measures 400 x 400 meters.

A maneuver commander must consider

several factors before employing artillery delivered scatterable mines:

- The corps commander holds authority for the emplacement of all scatterable minefields in the corps area of operations. He may delegate this authority down to battalion level for a short duration minefield (less than 24 hours) and

Challenger 1



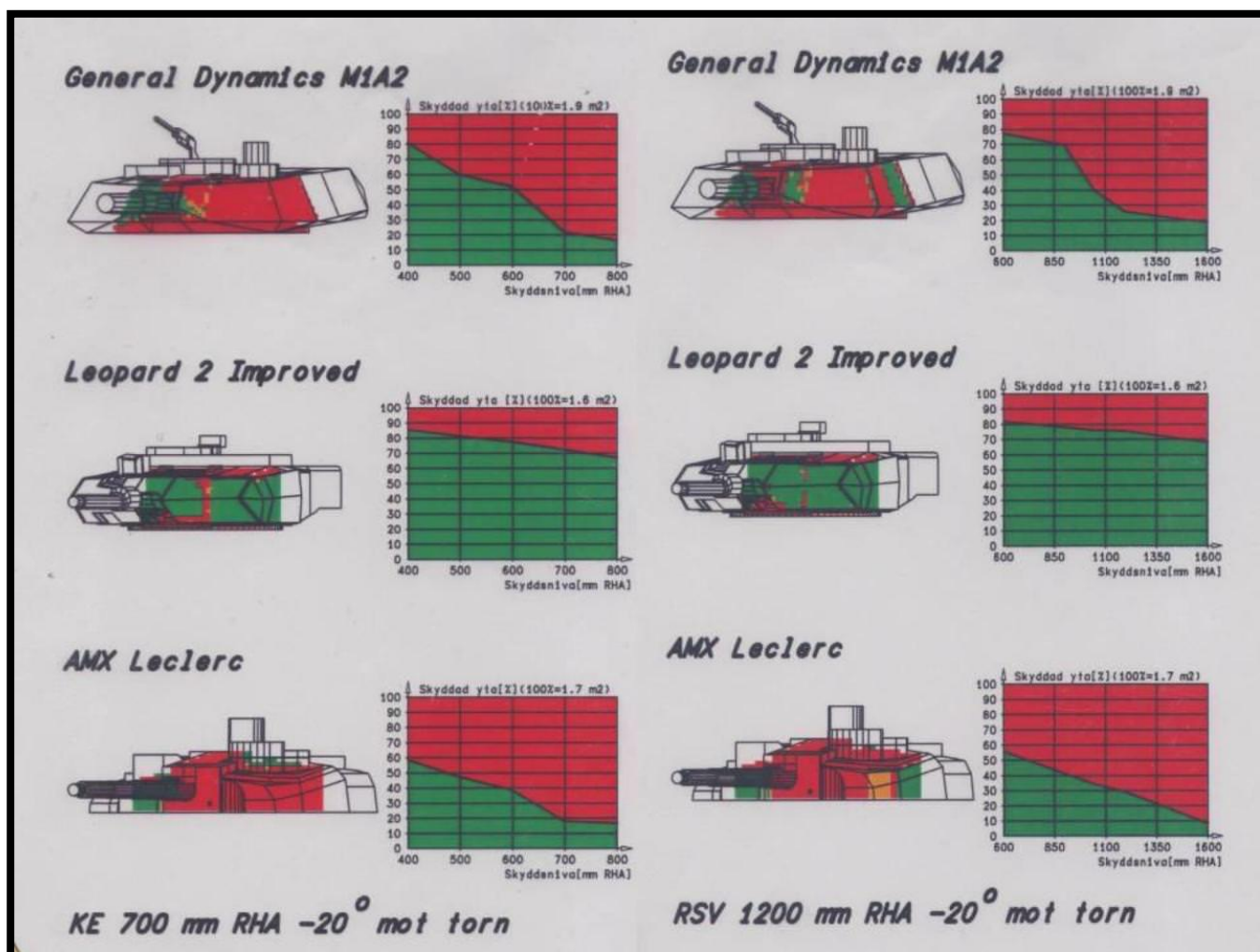
A képen a Challenger 1MK2 az MK1 változathoz képes javított védelmének legkisebb értékei láthatóak.

Ha az ismert formulával korrigáljuk a védelmet a 0/0 fok tengelyre akkor KE 577 mm RHA-t és HEAT 923 mm RHA értéket kapunk a toronypáncél védelmére a szürkével jelölt zónában. A lövegpajzsnál a védelmi szint alacsonyabb lehet.

A mai modern harcjárművek páncélvédelme

Erről rendelkezem a legkevesebb információval, hiszen az aktuálisan működő harcjárművek védelmének adatai szigorúan titkosak. Szerencsére a 90-es évek elején végzett ballisztikai tesztek információi ma már elérhetőek. Ezen a svéd teszten 4 harckocsi vett részt, bár a szovjet T-80U inkább referencia pontként szolgált a svédeknek az igény felmérésük során, hiszen nyugatról szerettek volna potens harcjárművet beszerezni. Ennek folyamányaként 4 járműről vannak információk. A T-80U-ról, a Leclerc-ről (elő széria), az M1A2-ről (szegényített urán nélkül) és a Leopárd 2A5-ről. A svédek a Leopárd 2A5-öt választották ki, de az akkor frissen megerősített harckocsi páncélzatát még mindig elégtelennek találták. Így a T-80U esetén már bevált formulát követték. A saját építésű Leopárd 2A5 harckocsijait (Strv 122) további 5 tonna (!) súlyú kiegészítő páncélzattal látták el a tervezet német Leopárd 2A5-höz képest. A kiegészítő páncélzat egy jelentős része MEXAS márkájú korund fémkerámia volt. Ennek eredményeként az Strv 122 valószínűleg a legjobban védett harckocsi volt az egész világon a 2000-es évek elején.

Fontosabb képek a svéd harckocsi kiértékelésről:



A felső képen a résztvevő nyugati harckocsik toronypáncélatának védelmi értékei láthatóak 20 fokos oldalszögben. Balra a kinetikus (KE) jobbra a kumulatív (HEAT) védelmi képesség. Legfölül az amerikai M1A2 Abrams, alatta az Strv-122, legalul a Leclerc elő szériás példánya látható.

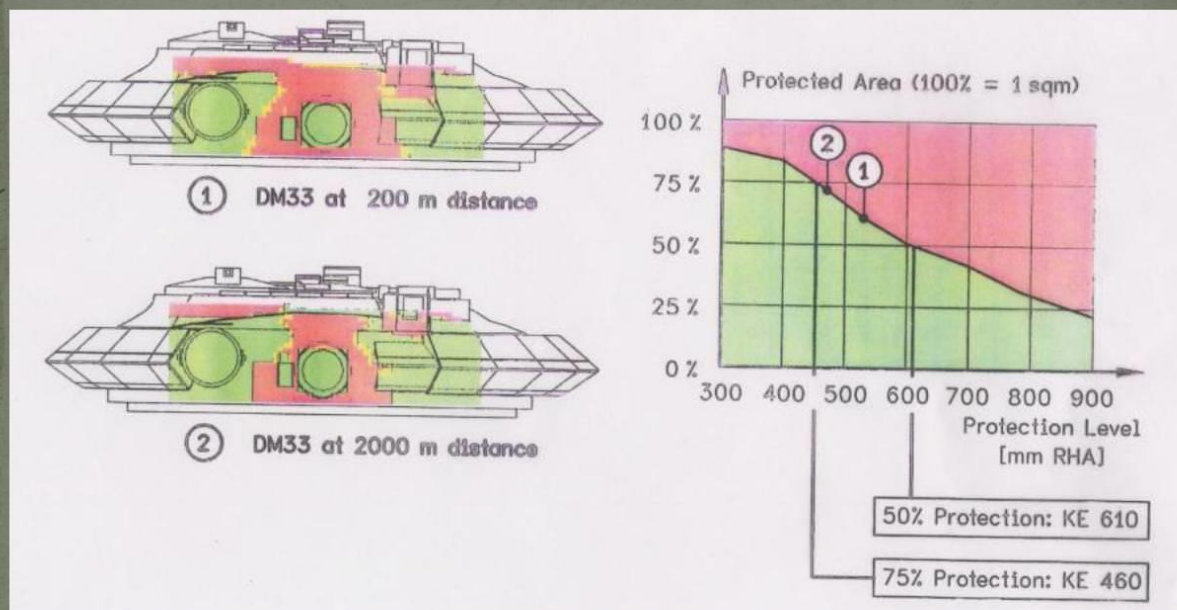
A lenti képen a T-80U tornyának védelme szemből, 0 fokos rálátással. Mind két esetben a rálátási szöget úgy választották meg, hogy a legkisebb védelmi értéket adja ki az adott típus esetén. A 0 és a 20 fok között 106%-os a szorzó, ami marginális, így a két kép összehasonlítható.

Ez alapján a vizsgált felületeken a T-80U és az M1A2 Abrams is 50% fölött nyújt 600 mm KE elleni védelmet.

A Leclerc 40%-nál kisebb mértékben, az Strv-122 pedig 80%-nyi felületen.

700 mm-s KE érték esetén az M1A2 értéke mindössze 20%, a T-80U értéke 40% a svéd Strv-122 értéke 70% a Leclerc értéke mindössze 20%-nyi felület.

Simulation of T80U ballistic protection



Ha az ismert műszaki rajzok alapján összevetjük a vizsgált felületek nagyságát, akkor az Strv-122 felülete a legnagyobb (és a legjobban védett), utána következik az M1A2, majd a Leclerc és végül a T-80U.

Ez számunkra azért érdekes, mert ha nem %-os viszonyítási arányt, hanem ténylegesen lőhető felületeket nézünk akkor a T-80U ellen nagyon nehéz gyenge ponton találatot bevinni. A svéd rajz alapján ez gyakorlatilag a lövegpajzsot jelenti. A torony többi része az akkori legjobb KE lövedékeknek is ellenáll. Az Strv-122 bár nagy lőhető felülettel rendelkezik, az elképesztő mennyiségű korund kerámia beépítése miatt elméletileg, szemből kilőhetetlen volt a 2000-es évek elején. Mind az ismert KE mind az ismert HEAT lövedékek elméleti átütési értékét magasan meghaladta a páncélos védelme.

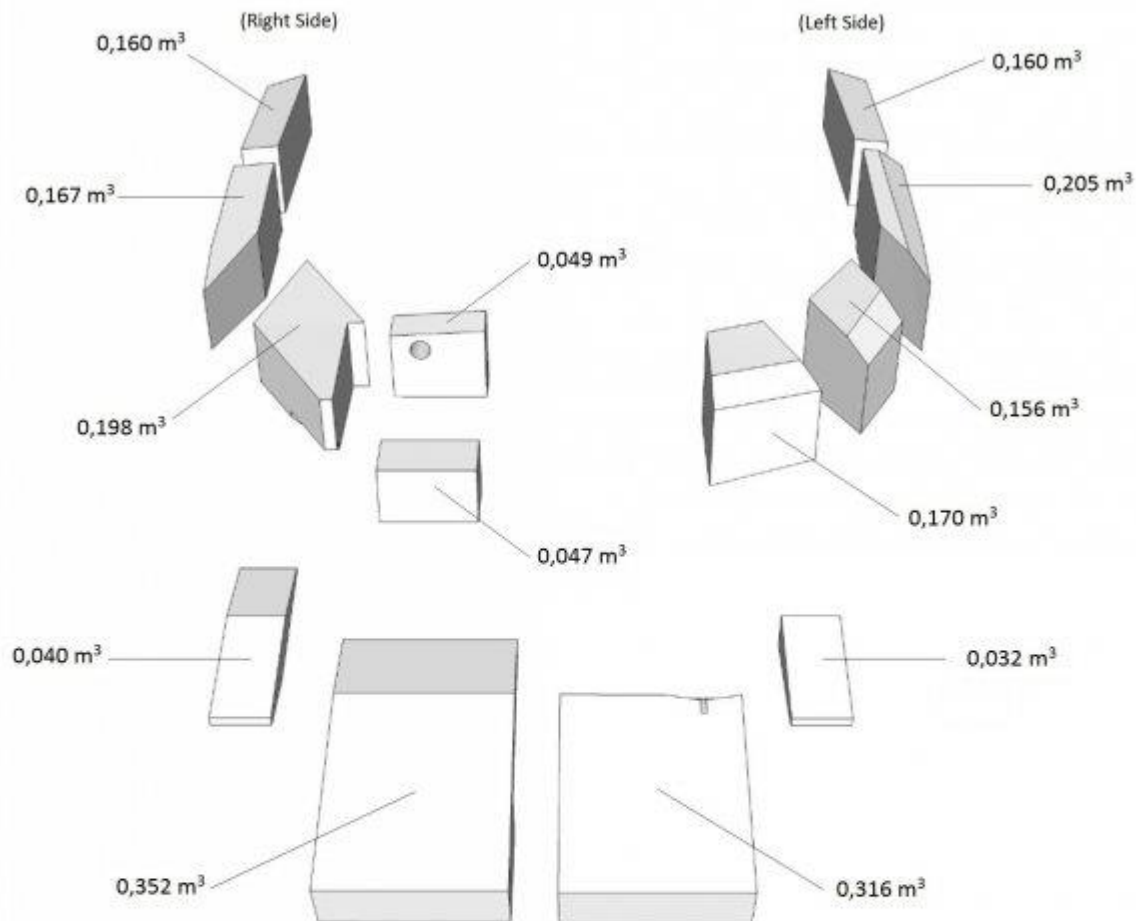
Az M1A2 bár elsőnek közepszerűnek tűnő védelmi képességekkel rendelkezik, valójában az adott kor színvonalának tökéletesen megfelel a harcjármű páncélvédelme. A harckocsi több, mint 50%-nyi felületen ellenáll a 600 mm RHA-t átütni képes KE lövedékeknek. A hidegháború végének legjobb páncéltörő lövedékei rendelkeztek ekkora átütési értékkel. Az M1A2 tipikus bevetési területein, mint amilyen a 2003-as iraki háború volt, a harckocsi frontális védelme több, mint elegendőnek bizonyult. A legtöbb M1A2-őt improvizált robbanó szerkezettel alulról, vagy modern RPG-vel oldalról semmisítették meg.



M1 Abrams sivatagi környezetben

A Leclerc a teszten még csak elő szériás termék volt. A korai Leclerc páncélvédelméről annyit lehet tudni, hogy modulárisan felépített, üreges több rétegű, perforált acéllemezeket tartalmazó páncélzat volt. Az alábbi képen megtekinthető a francia harckocsi moduláris páncélrendszere.

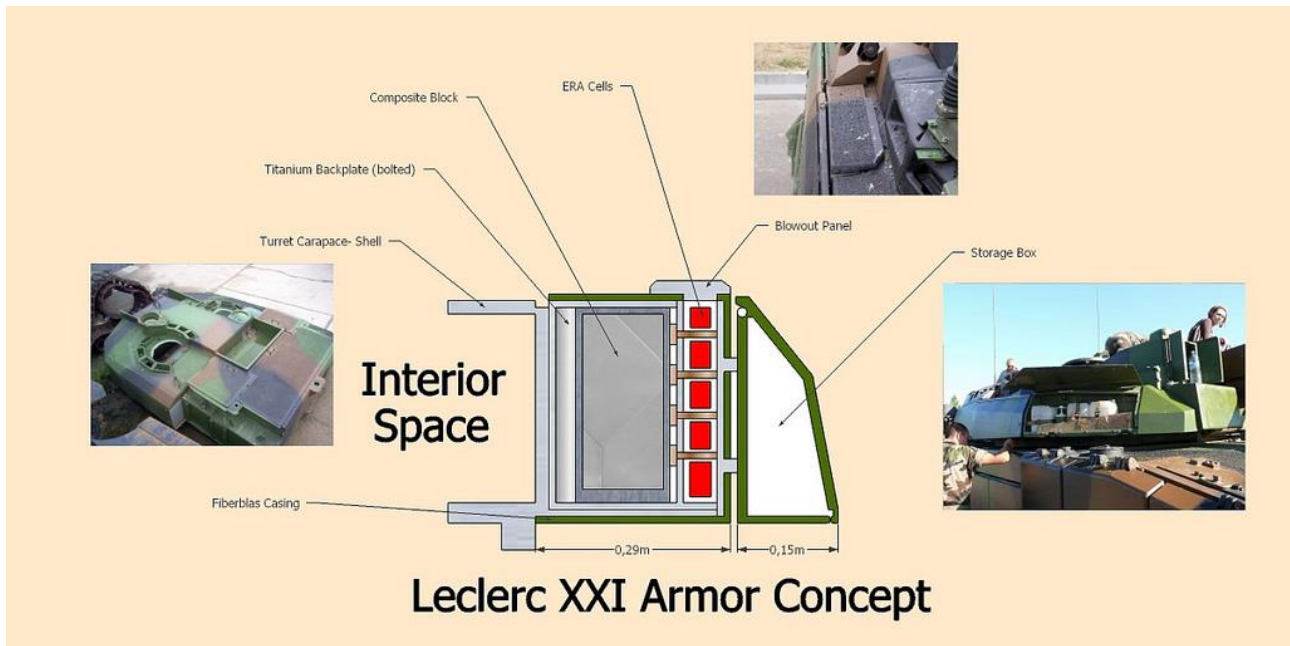
Leclerc Series 1 MBT - Special Armor Volume Estimate



Left Turret Side Special Armor Volume: (with/without bustle special armor)	0,691 m³ / 0,531 m³
Right Turret Side Special Armor Volume: (with/without bustle special armor)	0,621 m³ / 0,461 m³
Turret Special Armor Volume Total:	1,312 m³
Hull Special Armor Volume Total:	0,740 m³
Special Armor Total Volume:	2,052 m³

Author: Laviduce
Version 3 - April 2019

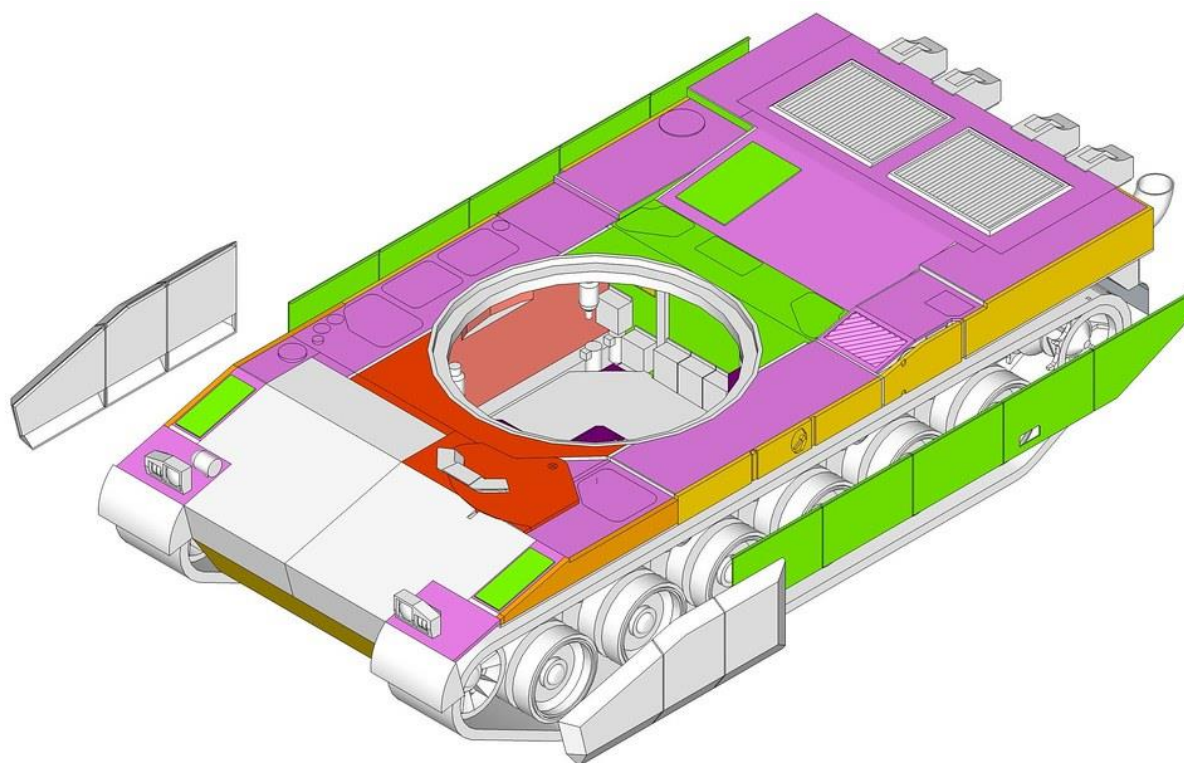
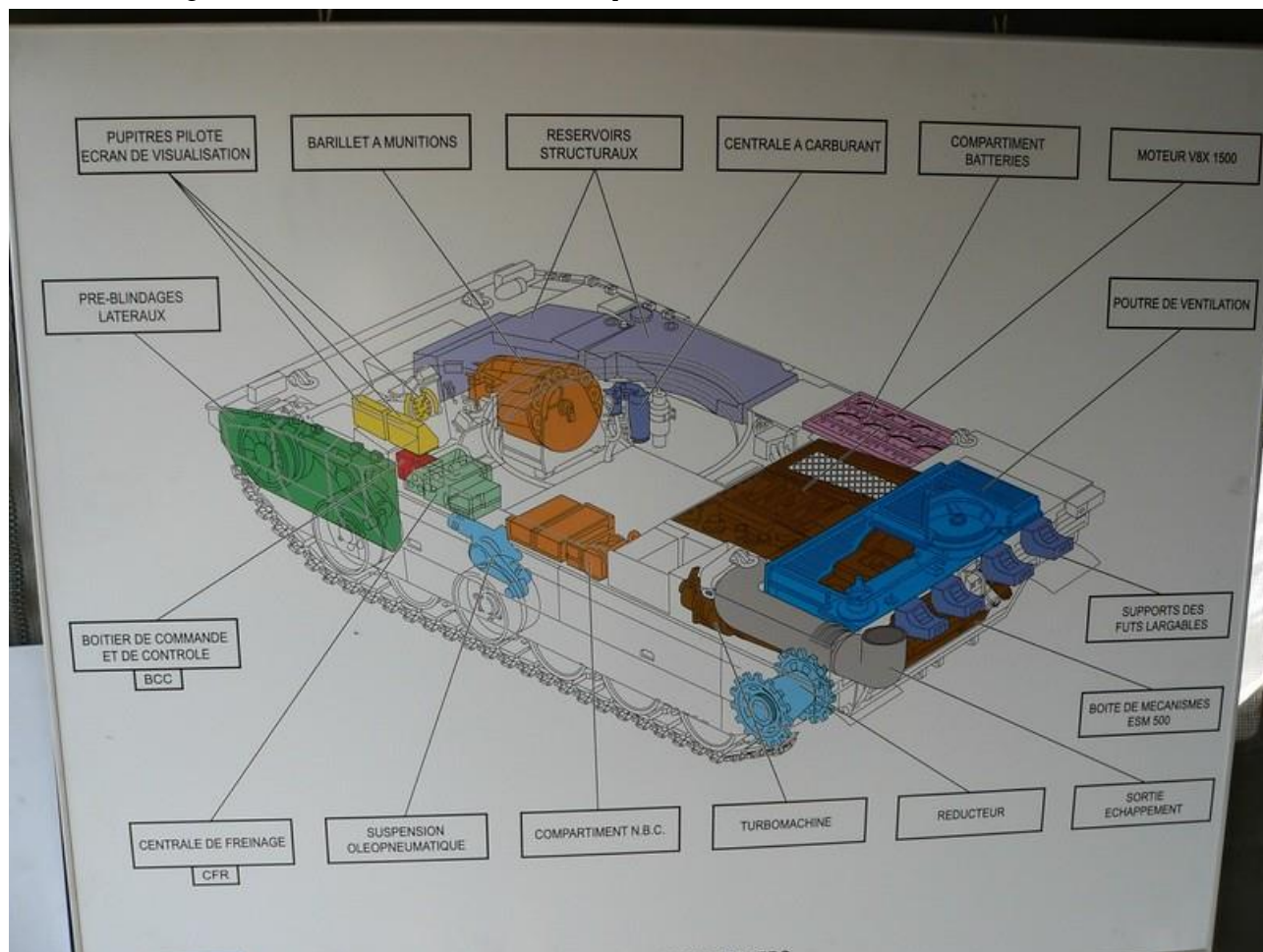
A 2000's években harckocsit felújították a Leclerc XXI programban, ahol NERA, ERA, kerámia és titán-wolfram ötvözetű páncéllemezeket alkalmazva drámaian megnövelték a harcjármű védelmi képességeit. A felépítése az alábbi képen figyelhető meg:



Később a tapasztalatok alapján az M1A2-t és a Leclerc-et is felszerelték reaktív páncéllal. Az M1A2 esetén izraeli gyártmányú ERA a Leclerc esetén a megrendelői igénytől függően NERA vagy ERA kiegészítő páncélzat szerelhető fel ezekre a harckocsikra.

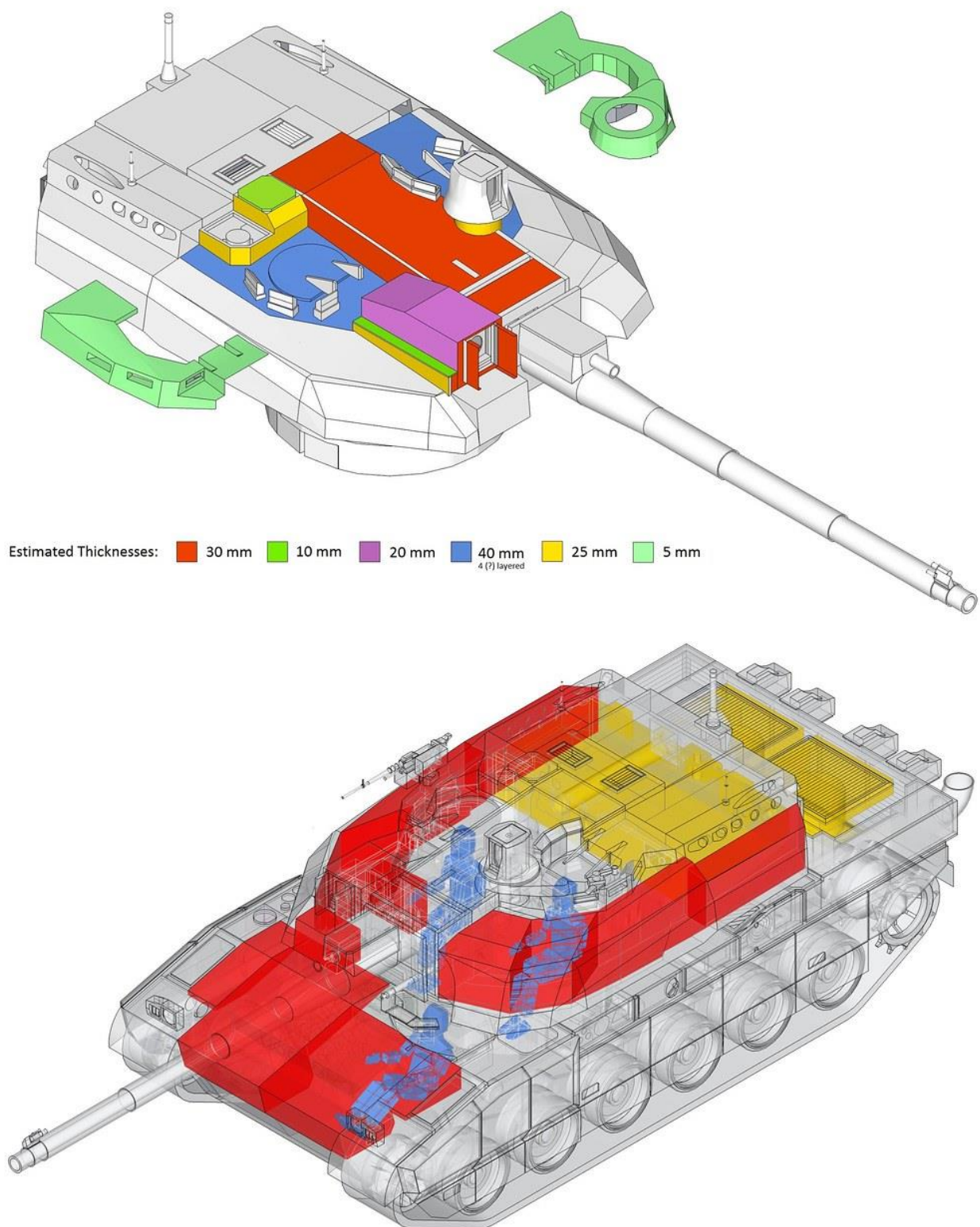


Pár érdekes grafika a Leclerc harckocsi felépítéséről:



Estimated Thicknesses: 30 mm 10 mm 20 mm 35 mm / 50 mm (see Note) 45 mm

Note: The plate thickness around the driver's hatch and the driver's hatch itself varies. Thicknesses from 10 mm to up to 50 mm could be expected. The lower front hull seems to be at least 35 mm thick. If the Tamiya's model measurement are an indication, this plate is around 50 mm thick. Tamiya was allowed to take actual measurements of a Leclerc series 2 vehicle back in 2004 at the 6-12 Cuirassier Regiment near Orleans. The sponson outer wall thickness seems to be around 35 mm in the mid and aft section of the hull. The forward sponson section seems to be around 45 mm thick.



**A fenti képen a Leclerc harckocsi felépítése.
Piros színnel jelölve a moduláris páncélblokkok, kékkel a személyzet.**

Összegző táblázat:

A második generációs harckocsikhoz készítettem egy összegző táblázatot. Az első oszlopban a harckocsi neve, a második oszlopban a torony és a teknő KE páncél védelme, a harmadik oszlopban az adott korszak tipikus (ellenséges) KE és HEAT fegyverének átütési értéke, a negyedik oszlopban a fegyver megnevezése. A KE érték fekete, a HEAT zöld, a HESH piros. A KE fegyverek átütési értéke a lőtávolsággal csökken, a HEAT és a HESH fegyverek átütési értéke minden távolságon azonos.

Összegző táblázat			
Harckocsi megnevezés	Védelem Torony/Teknő	Támadási érték KE/HEAT	Ellenséges fegyver neve
T-64A	415 mm	370 mm	105mm L7: M774 APFSDS-T
	327 mm	310 mm	105mm L7: L35A3 HESH-T
T-64B	458 mm	420 mm	105mm L7: M833 APFSDS-T
	431 mm	390 mm	105mm L7: M456A1 HEAT-T
T-72B	462/481 mm	435 mm	120mm L11A5/L30: L23A1 APFSDS
	507 mm	600 mm	120mm M256: M830 HEAT-T
T-80U	683/853 mm	650 mm	120mm M256: M829A1 APFSDS-T
	558/636 mm	890 mm	TOW 2A
Leopárd 2A0/A4	353/431 mm	460 mm	125mm 2A46: BM-42 APFSDS-T
	200/340 mm	360 mm	125mm 2A46: BM-22 APFSDS-T
M1A2 (Svéd teszt)	680 mm	500 mm	125mm 2A46: BM-32 APFSDS-T
	350 mm	760 mm	125mm 2A46: BK-21B HEAT-FS-T

Ismertebb hidegháborús lövedékek teljesítmény adatai:

1962 2A46M (125mm) 3BM9:

36X410 1500 m/s 7850 kg/kbm (MSteel/600 HB) = 258 mm RHA
(Források 245-290 mm 2 km)

1983 RM120 (120 mm) DM23:

32X360 1480 m/s 17600 kg/kbm (WNICU) = 403 mm RHA
(Legtöbb helyen 420 mm-t adnak meg)

1983 M68 (105 mm) M833:

24X427 1387 m/s 18600 kg/kbm (U) = 412 mm RHA
(Források 420 mm 2 km-en)

1984 M256 (120 mm) M829:

27X460 1547 m/s 18600 kg/kbm (U) = 499 mm RHA
(Több forrás 520-540 mm 2 km-en)

1985 L15/30 (120 mm) L23A1:

29X410 1455 m/s 18600 kg/kbm (WNIFE ötvözet) = 441 mm RHA
(Hivatalos 435 mm 2 km)

1985 2A46m (125 mm) 3BM32:

30X380 1530 m/s 18600 kg/kbm (U) = 449 mm
(Források 500 mm 2 km)

1986 2A46m (125 mm) 3BM42:

(mag) 18X420 1530 m/s 18600 kg/kbm (WNIFE) = 426 mm
(Forrás függően 420-460 mm 2 km)

1987 RM120 (120 mm) DM33:

28X510(?) 1498 m/s 17600 kg/kbm (WNICU) = 496 mm

(Svéd mérés 480 mm 2 km, 520 mm 200 méter,

Japán (gyártói) mérés 0 km 1650 m/s 540 mm KE 1 km 1573 m/s 499 mm KE
2 km 1498 m/s 459 mm KE)

1988 M256 (120 mm) M829A1:

21.6X680 1440 m/s 18600 kg/kbm (U) = 622 mm

(Több forrás 650 mm 2 km-en)

1991 M68 (105 mm) M900:

23X600 1400 m/s 18600 kg/kbm (U) = 545 mm

(Források 570 mm 2 km-en)

1991 2A46m (125 mm) 3BM46:

25X546 1580 m/s 18600 kg/kbm (U) = 569 mm

(Források 600 mm 2 km-en)



125 MM APFSDS – T (BM 22 & 42)



PIC: 000128

DESCRIPTION

These products are advanced types of 125 mm APFSDS-(BM22 & 42) using long rod penetrator.

The high muzzle velocity and high density of penetrator produce a great amount of kinetic impact energy for penetration in RHA, Multi layer targets and advanced new armors.

The BM22 & 42 ammunitions fired by T-72 tanks and intended to be used against tanks and armored vehicles.



SPECIFICATIONS

TYPE	BM 22	BM 42
Caliber (mm):	125	125
Projectile Length (mm):	560	572
Projectile Weight (kg):	6.5	7.05
Effective Range (m):	2,000	2,000
Penetration Depth (mm):	Min. 360 (in RHA target)	Min. 420 (in RHA target)
Total Weight (including steel packing) (kg):	~ 30	~ 30
Max. Chamber Pressure (kgf/cm ²):	5,100	5,100

PACKING

TYPE	BM 22 & 42
Quantity Box:	1
Box Weight (kg):	30
Box Dim. (mm):	1208 × 200 × 200
Box P/Pallet:	20
Pallet Weight (kg):	530



26

Iran
Defence
Products
2013-2016

A képen szovjet eredetű, de Iránban licenc gyártott 3BM22-es és 3BM42-es kinetikus páncéltörő löszerek teljesítmény jellemzői.

Konklúzió:

Az elemzés során bizonyításra került az, hogy a hidegháború során a szovjet harckocsi fejlesztés előrébb tartott, mint a nyugati. Így nem csak minőségi, de számbeli fölényben is voltak a szovjet páncélos csapatok.

A szovjet erők fölénye a kínai erőkkel szemben pedig elképesztően magas volt. A 90's évekre a nyugati harckocsi fejlesztés már páncélszat terén is beérte a szovjet/orosz színvonalat. Ez a folyamat a tűzerő tekintetében már a 80's években bekövetkezett.

Az az állítás, hogy a modern páncéltörő fegyverek, mint amilyen az RPG vagy az ATGM elavulttá tették a harckocsikat egyszerűen nem igaz. Ez még a 60's években is korlátozottan volt csak valós állítás, de a 70's-80's évekre már ismét a harckocsik páncélszata állt nyeresre a könnyű HEAT alapú páncéltörő fegyverekkel szemben. Mint az írásom végén látszik, a 90's évektől a harckocsik nagyon magas színvonalú páncélsvédelemmel rendelkeztek. Nem véletlenül jelentek meg ekkortájt az első felülről támadó ATGM-ek.

A 2020-as évekre a felülről támadó ATGM-ek és a drónok jelentette veszély miatt a harckocsik ismét fejlődésre kényszerültek. Ennek nyomán megjelentek az APS rendszerek és újra megjelent a gépágyús csapatlégsvédelem a modern csatamezőkön. Ennek alapján én úgy gondolom, hogy a korszerű harckocsik a 80's évektől napjainkig uralják a modern csatatereket. A modern harckocsik körkörös védelmi képessége manapság jobb, mint a történelem során bármikor az adott kor potenciális veszélyforrásait figyelembe véve.

Ennek megfelelően úgy gondolom, hogy a modern páncélos haderő fenntartása bármely ország számára nélkülözhetetlen. Modern harcászat egyszerűen nem valósítható meg páncélos erők nélkül.

Írta:
Farkas I. Péter
(FIP7)
