

Szilvássy László

H-47M2 „Kindzsal” repülőfedélzeti hiperszonikus rakéta

A február 24-én kitört orosz–ukrán háborúban számos olyan fegyvert is bevetettek, amelyről korábban alig rendelkezünk információval, sőt még a létezésük sem biztos, hogy ismert volt. Ilyen eszköz a repülőfedélzeti hiperszonikus rakéta, a H-47M2 „Kindzsal”. Ebben a publikációban ezt az eszközt szeretném bemutatni, kitérve a fejlesztés előzményeire is és magára a hiperszonikus sebesség elérésének rövid történetére, valamint a sajtóban megjelent cikkekre, amelyek szerint az ukrán hadsereg lelőtt egy ilyen eszközt.

Kulcsszavak: hiperszonikus, repülőfedélzeti irányítható rakéta, orosz–ukrán háború, H-47M2 „Kindzsal”, Patriot légvédelmi rakétakomplexum

1. Bevezetés

A február 24-én kitört orosz–ukrán háborúban (az orosz narratívában speciális katonai műveletben) számos olyan fegyvert is alkalmaztak a harcoló felek, amelyet a közvélemény, beleértve a szűk szakmait is, még nem ismerhetett. Némelyikről jelent meg valamilyen nagyon rövid hír a nyomtatott és/vagy online sajtóban. Ilyen eszköz a H-47M2 „Kindzsal” repülőfedélzeti irányítható rakéta (oroszul X-47M2 „Кинжал”, angolul Kh-47M2 „Kinzhal”) [33].

Az orosz–ukrán háborúban alkalmazott repülőfedélzeti hiperszonikus rakéta címmel már írtam 2022-ben a rakétáról. A publikáció megjelent a [24] konferenciakiadványban, amelyhez viszonylag rövid, 6 oldalas publikációkat lehetett leadni, így gondoltam, kiegészítem az akkor írt anyagot, ráadásul egy május 4-i esemény kapcsán a híradások megint előtérbe helyezték a rakétát, mert a hírek szerint az ukrán hadsereg lelőtt egy Kindzsalt. Számos cikk jelent meg ezzel kapcsolatban, olyan is, amelyik megkérdőjelezi, hogy valóban lelőtték-e azt a rakétát [1], [8], [11], [17], [19], [21], [22].

Az orosz–ukrán háborúval kapcsolatban egyet nagyon gyorsan megtanult a világ. Mindent, amit közléstésnek a médiában a harcoló feleknek fenntartásokkal kell fogadni. Nincs ez másképp a „Kindzsal” rakéta esetében sem. Az Ukrán Defense Express online hírportál bagatellizálni próbálja a rakéta képességeit [3]. Kutatásom során elolvastam számos cikket, publikációt, elemzést, megnéztem jó néhány videót [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100], [101], [102], amelyekből nem használtam fel konkrét információt, adatot, de a témáról kialakult véleményem kialakításában szerepet játszottak.

A nagyszámú megjelent cikk, elemzés alapján nagyon nehéz megtalálni az igazsághoz közeli információt. Teszek egy kísérletet.

2. Hiperszonikus fegyverek

Mielőtt a részletesen bemutatom a címben is említett orosz rakétát, tisztázni szeretném a hiperszonikus fegyver fogalmát. Ehhez viszont először a hiperszonikus sebesség fogalmát, tartalmát kell tisztázni.

2.1. Hiperszonikus sebesség

Az aerodinamikában a hiperszonikus sebességen a hangsebesség 5-szörösét meghaladó sebességet értjük. Gyakran az M-szám segítségével szokták jelölni 5 Mach vagy 5 M. A leggyakoribb hiba – elsősorban a nem szakmai sajtóban, hírórgánumokban –, hogy helytelenül használják az M-számot: „a rakéta sebessége 8 M”. Ez így hibás, mert az M-szám egy viszonyszám és mértékegység nélküli. Helyesen „a rakéta sebessége nyolcszorosa a hangsebességnek vagy nyolcszoros hangsebességgel repült a rakéta”.

Az M-szám – Mach-szám – a rakéta vagy a repülőgép repülési sebességének és a magasság szerinti hangsebességének a hányadosa [15], [35]:

$$M = \frac{v}{a(h)}$$

ahol

- v – repülési sebesség;
- $a(h)$ – hangsebesség h magasságon.

Az atmoszférában a magasság szerint változik a levegő hőmérséklete és a hangsebesség is. A változást az ISA¹ táblázatosan adja meg [31]. Aerodinamikában a következő képlet is használatos a magasság szerinti hangsebesség meghatározására:

$$a(h) = 20,05\sqrt{T(h)}$$

ahol a $T(h)$ a levegő hőmérséklete h magasságon, Kelvinben.

Az első eszköz, amely hiperszonikus sebességgel repült az amerikai, kétfokozatú hajtóművel rendelkező Bumper rakéta volt 1949 februárjában. Ezt a rakétát az 1944-ben kifejlesztett amerikai WAC Corporal hordozórakéta 2. fokozatából és a világháború elhíresült V2-es rakétájának 1. fokozatából építették. 2302,25 m/s (8288,12 km/h) sebességet ért el. Ez körülbelül 6,7-szeres hangsebességnek felel meg [12].

Az űrhajózás beindításával a hiperszonikus sebesség szinte mindennapossá vált. A Földről való felbocsátás után az űreszköz a bolygó körül keringési pályára áll, ha sebessége valamivel

¹ International Standard Atmosphere – nemzetközi egyezményes légkör [31], [49].

nagyobb, mint az első kozmikus sebesség (körsebesség, orbitális sebesség; orbital velocity), 7,9 km/s (28 440 km/h).

A második kozmikus sebesség (szökési sebesség; escape velocity) 11,2 km/s (40 320 km/h), a pálya, amelyen az eszköz halad „kinyílik” és parabola lesz. Ilyen lehet például az a pálya, amellyel egy másik bolygót el lehet érni, de ilyen pálya mutat a Földtől a Holdig is. Az Apolló-11-nek legalább ezzel a sebességgel kellett elhagynia a Földet, hogy elérhesse a Holdat.

A harmadik kozmikus sebesség 42,3 km/s (152 280 km/h). Ezzel a sebességgel kellene a földfelszínről elindítani egy testet, hogy elhagyhassa a Naprendszert, és soha ne térjen vissza [16].

2.2. Hiperszonikus fegyverek

A hiperszonikus fegyverek tervezése nem napjainkban kezdődött, az 1950-es, 1960-as években folytattak kísérleteket, hogy minél nagyobb sebességet érjenek el. Erre jó példa az 1950-es években az Amerikai Légierő fejlesztése az XB-70 Valkyrie. Igaz, a tesztek során csak a hangsebesség háromszorosáig jutottak el. 1969-ben a programot leállították, mert jelentőségét veszítette az interkontinentális ballisztikus rakéták megjelenésével és elterjedésével [7], [36]. A Szovjetunióban az XB-70 repülőgép ellen tervezték meg a MiG-25 elfogó-vadászrepülőgépet, amely szintén háromszoros hangsebességet ért el. Ebben az időszakban repülőgéppel nem tudták elérni a hiperszonikus sebességet [36].

Hiperszonikus rakéták tervezésével több ország is foglalkozott, illetve foglalkozik. Az egyik az elsők között rendszerbe állt, repülőfedélzetéről indítható ilyen eszköz az AGM-183 ARRW (Air-Launched Rapid Response Weapon). A hordozó repülőgép, amelyről indítható a B-52-es. Maximális repülési sebessége 6,9–8-szoros hangsebesség lehet [37]. Az úgynevezett HGV – Hypersonic Glide Vehicle – hiperszonikus siklójárművel több ország folytat kísérletet. A teljesség igénye nélkül néhány példa:

- Hwansong-8 (Kína) [38];
- DF-ZF (Kína) [39];
- Avangard (Oroszország) [40];
- Hypersonic Technology Demonstrator Vehicle (DARPA – USA) [41];
- Hypersonic Air-breathing Weapon Concept (DARPA – USA) [20], [42].

Ezek csak azok az eszközök, amelyekről nyilvános információ megjelent. A közeljövőben biztosan hallhatunk még számos sikeres kísérletről és várhatóan rendszerbe állított eszközökről is [34].

3. H-47M2 Kindzsál

A 2022 februárjában kezdődött orosz–ukrán háborúban előkerült a H-47M2-es típusú rakéta, amelyet a közvélemény Kindzsál néven ismerhetett meg [2], [23].

A rakéta rendszerbe állítása 2017 decemberében volt, amit Putyin 2018. március 1-jén jelentett be, 5 másik stratégiai fegyverrel együtt. A *Magyar Nemzet* *Putyin-show a választóknak és az egész világnak* címmel írt a bejelentésről [13].

Az eszköz nukleáris töltettel is felszerelhető, hiperszonikus levegő–felszín aeroballisztikus irányítható rakéta. A rakéta eredeti orosz jelölése 9-Sz-7660, a teljes rendszernek pedig 9-A-7660. A leggyakrabban viszont a címben is szereplő jelöléssel emlegetik.

Indítási távolsága hordozóeszköz-függő, MiG-31K-ról (Flash Dance) indítva több mint 2000 km, Tu-22M3-ról (Backfire) indítva elérheti a 3000 km-t. 12-szeres hangsebességgel képes repülni (12 M), ami 4080 m/s (14 688 km/h) sebességnek felel meg, 20 000 m repülési magasságon. Ezen a magasságon a hang terjedési sebessége az ISA szerint 296,4 m/s [18], [33], [51].



1. ábra
MiG-31K a Kindzsál rakétával [62]

A rakéta elsődleges feladata NATO-hadihajók és rakétavédelmi rendszerek megsemmisítése. Az oroszok állítása szerint az ismert nyugati lég- és rakétavédelmi rendszerek, például a Patriot,² Aegis BMD,³ RIM-174 Standard ERAM vagy RIM-174 Standard Missile 6 (SM-6),⁴ sőt az orosz Sz-400⁵ bizonyos modifikációi is tehetetlenek ellene. Ezt viszonylag könnyű megerősíteni, mert az ismert adatok alapján a rakéta repülési sebessége 4000 m/s körül van. Az oroszok Sz-400 légvédelmi rakétarendszerében található légvédelmi rakéták változattól függően 900–2000 m/s sebesség elérésére képesek. Az adatok alapján a leküzdeni kívánt cél maximális sebessége 2800–4800 m/s lehet. Ez azt jelenti, hogy a legfejlettebb változata képes lehet leküzdeni a „Kindzsál” rakétát. Az Egyesült Államok MIM-104 Patriot légvédelmi rakétarendszer rakétája változattól függően 800–1400 m/s-os sebességgel képes repülni. A cél maximális sebessége 2200 m/s lehet. Ez viszont azt jelenti, hogy az eszköz már tehetetlen a „Kindzsál”-l szemben. Az Aegis BMD rendszer rakétája 1200 m/s sebességet képes

² MIM-104 Patriot – Surface-to-Air Missile – SAM. Légvédelmi rakétarendszer. Több modifikációban gyártották, gyártják, és számos ország rendszeresítette. Legutóbb Ukrajna kapott belőle [45].

³ Aegis Ballistic Missile Defense System (Aegis BMD or ABMD). Az Egyesült Államok védelmi iparában tevékenykedő cégek és egyetemek közös fejlesztésű légvédelmi eszköze. Elsősorban hajófedélzetre telepített változatban jelent meg, de fejlesztettek belőle szárazföldi telepítésűt is. A 2000-es évek elején állt rendszerbe [43].

⁴ RIM-174 Standard ERAM vagy RIM-174 Standard Missile 6 (SM-6). Az ABMD továbbfejlesztett változata, amelyet a Raytheon gyárt az Egyesült Államok haditengerészete számára [46].

⁵ Sz-400 Triumf – Surface-to-Air Missile – SAM. Orosz légvédelmi rakétarendszer. Az Sz-300 továbbfejlesztett változata, 2007-ben áll rendszerbe. Több modifikációban létezik [44].

elérni, valamint a RIM-174 SM-6 maximális repülési sebessége is 1200 m/s. Vagyis mindkét rakéta repülési sebessége kisebb, mint a MIM-104 rakéta sebessége. Tehát ezek a rakéták sem képesek a Kindzsál leküzdésére [41], [43], [44], [45], [68].

3.1. A létrehozás története

A rakétarendszer kifejlesztése az 1990-es évek végén, a 2000-es évek elején kezdődött. Az volt az elgondolás, hogy aeroballisztikus rakétát alkalmazzanak a MiG-31-es repülőgépről, ahol a repülőgép nemcsak hordozó és indító eszköz, hanem tulajdonképpen a rakéta gyorsító fokozata is egyben. Ez azért lehetséges, mert a MiG-31 egy nagymagasságú elfogó-vadászrepülőgép. Nagy magasságon az utazósebessége 700–780 m/s (2500–2800 km/h). A 9-Sz-7660 rakéta a 9M723 Iszkander rakéta repülőfedélzetre átdolgozott változata. A hordozó repülőgépen is változtatásokat hajtottak végre, így kapta meg a MiG-31K modifikációs jelölést, és a MiG-31BSzM és MiG-31BM változatokból építették át [18], [33], [47], [50], [51], [52], [56].

A „Kindzsál” rakétakomplexum képes megsemmisíteni vezetési pontokat, beleértve a föld alattiakat is, repülőbázisokat, lég- és rakétavédelmi rendszereket, valamint az ellenség bármilyen nem mozgó objektumait. A rakétával megsemmisíthetők még korlátozottan mozgó objektumok is, például csapatösszevonások és hadihajók, beleértve cirkálókat, fregattokat, rombolókat és anyahajókat.

Hordozó repülőgépek lehetnek: MiG-31K – 1 rakétával; Tu-22M3M – 4 rakétával; Tu-160 – 4 rakétával, 2–2 egy-egy forgódobban; Szu-57 – tervezetten, még nincs integrálva.

A rakétakomplexumba tartozó ballisztikus rakéta szilárd hajtóanyagú rakétahajtóművel rendelkezik. A rakéta irányítási rendszere magában foglal egy inerciális navigációt (INS), műholdas (Glonass) korrekcióval. A rakéta repülése során, rádiócsatornán célkoordináta-pontosításokat kaphat, így lehet megvalósítani a mozgó célok, például hadihajók megsemmisítését. Ezek az irányítási módok bármilyen időjárás körülmények között alkalmazhatók [18], [33], [51].

3.2. Harcászattechnikai adatok

- Maximális célmegsemmisítési távolság 2000–3000 km. Egyes források szerint a MiG-31K esetében 2000 km fölött, Tu-22M3M esetében 3000 km;
- maximális sebesség: a hang 10–12-szerese (10–12 M);
- valószínű körkörös eltérés:⁶ 1 m;
- harcirész tömege: 500 kg;
- harcirész típusa: hagyományos robbanóanyag vagy termonukleáris;
- irányítás: INS, Glonass célkoordináta-pontosítással;
- hajtómű: SzHRH (szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű).

A harcírészről a következőket találtam. Tömege 500 kg, ebből 150 kg a robbanóanyag, amely egyes források szerint oktogén. Az oktogén a trotilhoz képest nagyobb teljesítményű robbanóanyag. Az egyik forrásban 240 kg trotilt egyenértékűnek írnak le [5]. Az én ismeretem

⁶ CEP – Circular Error Probable – круговое вероятное отклонение (КВО) [48].

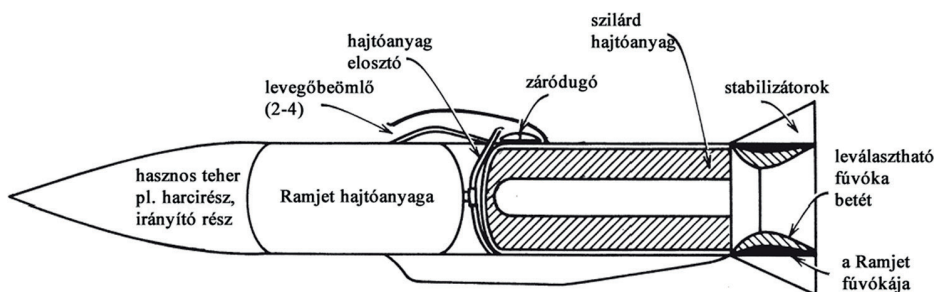
szerint a trotil ekvivalens számításához szükséges mindkét robbanóanyag fajlagos energiája Q_r . A trotil fajlagos energiája $Q_{rt} = 4230$ kJ/kg, az oktogéné $Q_{ro} = 5530$ kJ/kg. A következő kifejezéssel lehet kiszámítani a trotil egyenértékét:

$$m_{et} = m_{eo} \frac{Q_{ro}}{Q_{rt}}$$

Ha kiszámítjuk a 150 kg oktogén trotil ekvivalensét, akkor 196 kg jön ki. Ez elég messze áll a forrás által megadott 240 kg-tól. A különbség adódhat valamilyen adalékanyagtól, amely megnöveli a robbanóanyag energiáját. Ez lehet például alumínium reszelék vagy por. Ezt gyakran alkalmazzák a robbanóanyagok adalékaként. Adódhat még szándékos dezinformációból is.

Egyes források azt feltételezik, hogy a „Kindzsál” rakéta kétfokozatú hajtóművel rendelkezik, ahol az első fokozat szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű, a második pedig egy scramjet. Ezt nagyon könnyen meg lehet cáfolni.

Ramjettel, vagy ahogy magyarul szoktuk említeni torlósugar-hajtóművel felszerelt rakéták különös ismertetője, hogy rendelkeznek valamilyen levegőbeömlő csatornával vagy csatornákkal. A csatornák száma 1, 2 vagy 4. A rakétahajtóművek felépítésével a [25], [26], [27], [28], [29] publikációimban már foglalkoztam, így terjedelmi okok miatt itt nem kívánom részletezni. A 2. ábrán egy ramjet⁷ vagy egy scramjet⁸ hajtóművel szerelt rakéta sematikus rajza látható. Így a rajz alapján a két hajtóműtípus között nincsen különbség.



2. ábra
Ramjet, scramjet felépítése (a szerző [9] alapján)

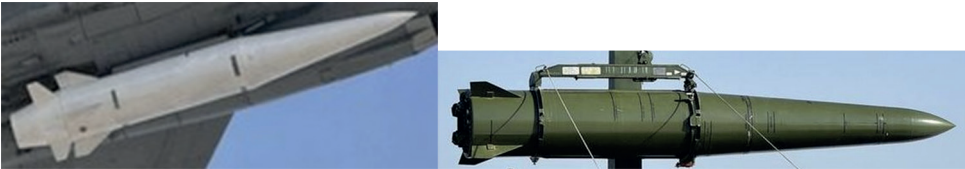
Az első fokozat általában szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű, a második fokozat lehet folyékony vagy szilárd hajtóanyagú. A 3M8 rakéta – a 2K11 Krug légvédelmi komplexum rakétájának – első fokozata szilárd hajtóanyagú, míg a második folyékony, vagy a 3M9M, a 2K12 Kub légvédelmi komplexum rakétája esetében mindkét fokozat szilárd. Ennél a rakétánál a második fokozat hajtóanyaga oxigénhiányos, vagyis nem tartalmazza az égéshez szükséges összes oxigént, amit a légkörből pótol. A harmadik példának a világ egyik legkorszerűbb légi harc-rakétáját hozom fel, amely a Meteor. Ebben a rakétában szintén mindkét fokozat szilárd hajtóanyagú, de itt a második fokozat szabályozható [25], [26], [27], [28], [29], [30].

⁷ Ramjet – torlósugar-hajtómű.

⁸ Scramjet – Supersonic combustion ramjet – szuperszonikus égési sebességű torlósugar-hajtómű.

A scramjet abban különbözik a ramjettől, hogy a hajtóműben az égési folyamat szuperszonikus sebességgel megy végbe, míg a ramjet esetében szubszonikussal [9].

A fent leírtak alapján, ha a Kindzsal rakéta második fokozat scramjet lenne, akkor valamilyen levegőbeömlőnek, levegőbeömlőknek kellene rajta lenni. Ha megvizsgáljuk a 3. ábrát, tisztán látható, hogy a Kindzsal rakétán nem található levegőbeömlők, így az nem rendelkezhet scramjet hajtóművel. Ezt erősíti meg a *Звезда* cikke is [51]. Később erre még visszatérek.



3. ábra

A „Kindzsal” rakéta (bal oldalon) és az „Iszkander” rakéta (jobb oldalon) [51]

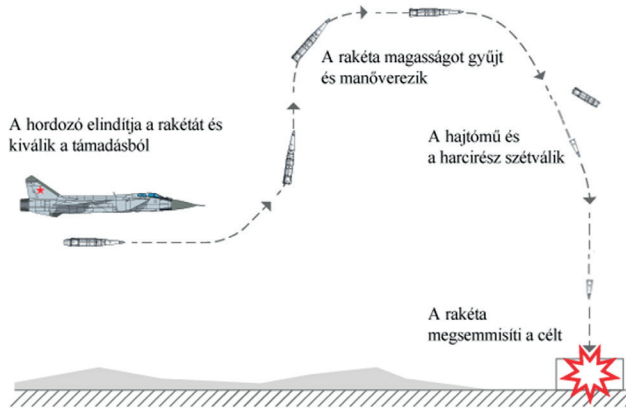
Akkor hogyan lehet magyarázni a rendkívül nagy repülési sebességet? Két dologgal. Az egyik a megváltoztatott fúvóka rész az eredeti Iszkander rakétához képest (lásd a 3. ábrát), illetve a MiG-31K repülőgéppel mint hordozóval, amely egyben betölti az „első, gyorsító” fokozat szerepét is. A MiG-31 repülőgép maximális sebessége 940 m/s (3400 km/h), utazósebessége 700–780 m/s (2500–2800 km/h). Ehhez hozzá tesszük az Iszkander repülési sebességét, amelyet a források 2100 m/s-ban adnak meg. Ez együtt már 2800 m/s (10 080 km/h), ami 20 000 m magasságon megfelel 9,46 M-nek. Ehhez még hozzá kell számolni a fúvóka változtatásából adódó sebességnyereséget és azt, hogy a rakéta 20 000 m felett repül, ahol jelentősen kisebb a légellenállás. Ezeken a magasságokon könnyen elérheti a megadott 10–12-szeres hangsebességet [14], [51].

Az orosz források azt állítják, hogy a rakéta szinte felderíthetetlen a jelenleg alkalmazott radarokkal. A fent említett sebesség miatt, a Kindzsal esetében azt feltételezik a szakértők – köztük én is –, hogy a rakéta körül áramló gázok valószínűleg ionizálódnak, ami úgynevezett plazmalopakodást tesz lehetővé. Ez azt jelenti, hogy a rakétának nagymértékben lecsökken a radarkeresztmetszete – hatásos visszaverő felülete –, mert az ionizálódott réteg elnyeli a rádióhullámokat. Ennek eredményeképpen a lég- és rakétavédelmi eszközök nem, vagy csak nagyon kis távolságról képesek felderíteni, amikor már nem marad idő semmilyen ellentévékenységre.

A [64] internetes oldalon található a Kindzsal működését bemutató animáció, amely szerint a rakéta röppályája több szakaszra bontható:

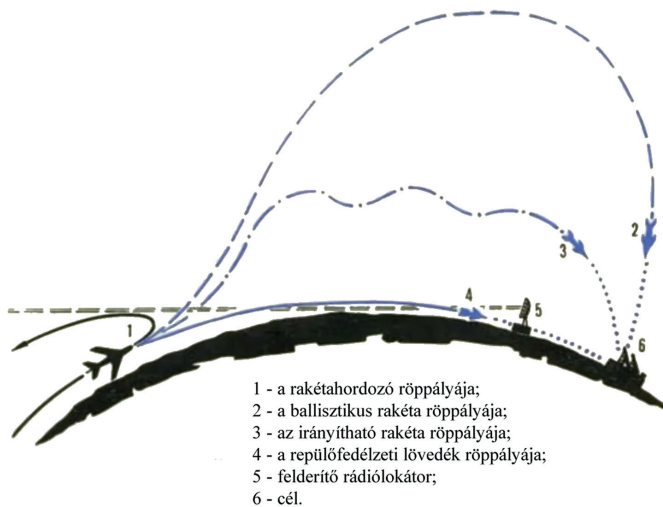
- 1. szakasz: emelkedés egészen 25–30 km magasságig;
- 2. szakasz: a harcirész leválása;
- 3. szakasz: a maximális sebesség elérése (14 000 km/h). A manőverezés során akár 25-szörös túlterheléses fordulókat is végezhet a harcirész. Ezzel magyarázzák, hogy még a mai korszerű légvédelmi eszközökkel sem lehet elfogni az eszközt;
- 4. szakasz: a cél megsemmisítése.

A 4. ábrán a „Kindzsal” rakétarendszer működése látható.



4. ábra
A „Kindzsal” rakétarendszer működési elve (a szerző [66] alapján)

A 4. ábra alapvetően összhangban van az 5. ábrán bemutatott, különböző elven működő, levegő–felszín rakéták röppályájával. Az ábrából jól látható, hogy a ballisztikus rakéták (2) felemelkednek – elhagyják a troposzférát⁹ és a sztratoszférából,¹⁰ esetenként a mezoszférából,¹¹ de akár a termoszférából,¹² 100–120 km-es magasságból ballisztikai pályán támadják a célt.



5. ábra
A levegő–felszín rakéta elvi indítási pályája [65]

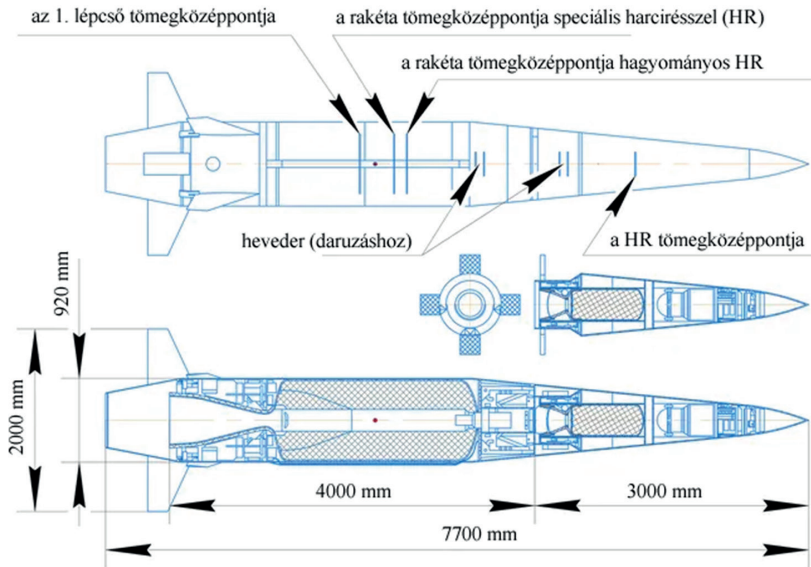
⁹ Troposzféra: 0 m-től 20 km-ig.

¹⁰ Sztratoszféra: 20 km-től 51 km-ig.

¹¹ Mezoszféra: 51 km-től 86 km-ig.

¹² Termoszféra: 86 km-től 690 km-ig.

A nyugati sajtóban „anyahajógyilkos”-ként emlegetett „Kindzsal” rakéta képes egymaga elsüllyeszteni egy 100 000 t tömegű repülőgép-hordozót. Az orosz források szerint a hordozóeszközök száma nagyon korlátozott, mert a Tu-22M3M változathoz eddig csak 2 db készült el, és az átépített MiG-31K változatról, amely a MiG-31BM vagy a MiG-31BSzМ átépített, kimondottan a „Kindzsal” indítására képes változat, 2018-ban csak 10 db-ról tesznek említést.



6. ábra
A „Kindzsal” rakéta feltételezett felépítése [67]

A [64] internetes oldalon található, a „Kindzsal” működését bemutató animációval összhangban van a [67] irodalomban található ábra (lásd 6. ábra). Az ábrából jól kivehető, hogy a rakéta egy leváló hajtóműfokozattal rendelkezik, amelynek leválása után kinyílnak a kormányfelületek és indul a második rakétahajtómű-fokozat. Ez az ábra és a belőle kiolvasható működési változat erősen úgy tűnik, hogy eddig a legjobb leírás a rakéta működésére, és összhangban van a ballisztikus rakétákra jellemző működéssel.

А Евгений Даманцев, Военный аналитик (Jevgenyij Damancev, katonai elemző) a Voennoje gyeloban (*Военное дело*) megjelent cikke [68] a legérdekesebb a fellelt számos cikk és elemzés közül. A cikk utolsó előtti bekezdésében cáfolja az ukrán sajtóban és onnan rengeteg más nemzetközi sajtóban is bemutatott képeken látható rakétadarabok kilétét. A következőt írja: „Ни о каком «Кинжале» в данном случае не может быть и речи, поскольку головная часть нашей гиперзвуковой аэробаллистической ракеты Х-47М2 располагает куда более тонкостенным и лёгким жаропрочным обтекателем активной радиолокационной головки самонаведения сантиметрового диапазона.” Semmilyen formában nem eshet szó a „Kindzsalról”, mert a H-47M2 hiperszonikus, aeroballisztikai rakéta orr-része egy vékonyfalú, törekeny orrkúpval rendelkezik, amely a centiméteres tartományú rádió-célkoordinátort takarja (a szerző fordítása). Erre még később visszatérek. Itt kezd el rendkívül érdekessé válni

a kutatásom. Eddig arról sehol nem esett szó, hogy a „Kindzsal” rakéta orrában egy rádió-célkoordinátor helyezkedik el. Ez rengeteg kérdést felvet. Nézzük, mi az, ami bizonyíthatja ezt.



7. ábra
Az éles „Kindzsal” [62]

Az 1. ábrán egy teljesen fehérre festett rakéta látható. Nagy a valószínűsége, hogy ez egy súlymakett változat. Ezzel repültek a MiG-31K repülőgépek a győzelem napi díszszemlén. A 7. ábrán az éles, világosszürke festésű rakéta látható. A 8. ábrán szintén egy éles rakéta látható a repülőgép felkészítése során. Jól látszik, hogy a rakéta orrkúpja más színű, ami arra utal, hogy ez egy festetlen anyagból van, amelynek ilyen a színe. Maga az anyag rádióhullámokat áteresztő, ami a szovjet/orosz technikák esetében egy vékony falú kerámia szokott lenni. Ezt bizonyítja az is, hogy a 9. ábrán jól látszanak a feliratok a rakétán. A kiemelésként az „Осторожно” – „óvatosan” szó is kiolvasható. A másik három felirat „Бандаж” – heveder és a „Ц. М.” – „tömegközéppont” feliratok arra utalnak, hogy ez a kúpos rész önállóan is daruzható, és hogy hol található a tömegközéppontja. Ez bizonyítja azt, hogy ez a rész a rakéta harcírésze. A 6. ábrán is látható ez a tömegközéppont.



8. ábra
Az éles rakéta a repülőgép felkészítése során [2]



9. ábra

Az éles rakéta és az orr-része kiemelve [59]

Ezek alapján valószínűsíthető, hogy az orrkúp alatt valamilyen rádióberendezés található, amely, ha hinni lehet Damancev írásának [68], akkor egy rádió-célkoordinátor. Ha nem az, akkor lehet például a GLONASS vételére alkalmas berendezés, amelynek szintén „nem árnyékoló” burkolatra van szüksége.

4. A Kindzsal az ukrain hadszíntéren

Egyes orosz források szerint a rakétát bevetették március 19-én az Ukrajna elleni invázióban is, és egy föld alatti fegyverraktárat semmisítettek meg vele Deljatyinban, valamint egy üzemyagraktárat Konsztantyinovszkban [51].

Igor Konasenkov, a Minoobroni Roszija (Минобороны России) képviselője felhívta a figyelmet arra a tényre, hogy a rakétát több mint 1000 km-es távolságból indították, viszont a sebessége miatt a repülési ideje kevesebb mint 10 perc volt [10], [18], [23].

Számoljunk egy kicsit! A fentebb leírtak alapján a rakéta 10–12-szeres hangsebességgel képes repülni 20 000–30 000 m-en, ahol a hang terjedési sebessége 296,4–301,7 m/s [31]. Vagyis a sebessége 2964–3620 m/s között lehet. A csökkenő magasság miatt a hangsebesség és a légellenállás is növekszik. 10 000 m magasságban körülbelül 5-szörös hangsebességgel (körülbelül 1500 m/s) repülhet a rakéta. Ha veszünk egy átlagot, amely nagyjából 2560 m/s $[(3620 \text{ m/s} + 1500 \text{ m/s})/2 = 2560 \text{ m/s}]$, ezzel a sebességgel 1000 km megtétele csupán 390,6 s, ami alig több, mint 6,5 perc. A MiG-31K esetében a maximális indítási távolság több mint 2000 km. Pontos adat nem ismert. Ez a 2000 km kb. 13 perc repülési időt igényel.

4.1. Leküzdhető-e a Kindzsal a mai rendszerben lévő légvédelmi eszközökkel?

Ha hinni lehet az információknak, amit a 3. fejezetben – a rakéta bemutatásakor – leírtam, a rövid válaszom nem. Ha elemezzük azokat az anyagokat, amelyek a híradásokban megjelentek, akkor lehetséges. Ha keresgetünk egy kicsit, rengeteg egymásnak ellentmondó információval találkozhatunk. Ez részben az oroszok tudatos titkolózásának is köszönhető, illetve a szándékos dezinformációnak mindkét fél részéről.

A híradásokból olvashattunk arról, hogy az ukrán hadsereg lelőtt több „Kindzsal” rakétát május 4-én. Az esetről nagyon ellentmondó információk láttak napvilágot. Például [4] ukrán nyelvű anyagban bemutatott videóban és a cikkben [6] található képeken biztosan nem a „Kindzsal” maradványai láthatók. Ezt cáfolja Jevgenyij Damancev katonai elemző a [68] írásában is. A *Forces* cikke [8] is utalást tesz rá, hogy az említett videóban bemutatott eszköz maradványa inkább egy BETAB-500 bomba maradványaira utal (lásd 11. ábra). A BETAB oroszul: БетАБ – бетонобойная авиабомба – betonátütő légibomba. Erre utal a képen (lásd 10. ábra) és a videóban is látható megvastagított fejrész is. A képen látható eszköz kúposága is más, mint a „Kindzsal” rakétáé. Ráadásul a videóban magát szakértőnek nevező úr felvesz valamit az alkatrészek közül, amelyen a 7660 számot próbálja megmutatni, amivel bizonyítani szeretné, hogy a rakéta valóban a „Kindzsal” volt. A „Kindzsal” típus jelzése 9-Sz-7660. A szám valóban utalhatna rá, de az alkatrész származhat egy becsapódott és felrobbant rakétából is. Nincs rá semmi bizonyíték, főleg annak tükrében, hogy a BETAB jellegű orrkúppal hozzák össze. Eléggé dezinformációs manővernek hat. Ezt támasztja alá az RBC.ru cikke [55] is, ahol azt is leírják, hogy egy „Kindzsal” rakétával megsemmisítettek egy Patriot légvédelmi üteget, amit május 9-én a Pentagon is megerősített [63]. Ebben a cikkben azt is leírják, hogy amit az ukrán sajtóorgánumok a „Kindzsal” rakéta részeiként említenek, azokról az állapítható meg, hogy egy normális módon elműködött, vagyis a célba becsapódott rakéta alkatrészei lehetnek és nem egy lelőtt rakéta darabjai. Ugyanez a vélemény jelenik meg a Lenta.ru cikkében is [59]. Azt is megemlítik, hogy a „Kindzsal” és az „Iszkander” rakéta gyártója ugyanaz a cég, és nagyon sok alkatrésze megegyezik a két eszköznek, így az alkatrészek számozásából csak a gyártó tudja nagy bizonyossággal megállapítani, hogy a két említett rakéta közül melyikbe volt beépítve.



10. ábra
Az állítólagos „Kindzsal”-maradványok [4]



11. ábra
BETA5-500 [54]

A témában talán az egyik legjobb cikk a CBC cikke [6], amelyben Sidharth Kaushal, a londoni Royal United Services Institute védelmi és biztonsági kutatója igyekszik magyarázatot találni a „Kindzsál” rakétával kapcsolatos információkra. Azt mondja, hogy a „Kindzsál” esetében az oroszok részéről van egy kis tudatos félrevezetés. „Hiperszonikus sebességgel repül, de tipikusan, amikor ezt a kifejezést használjuk, valami olyasmire gondolnánk, ami hiperszonikus sebességgel nagyon manőverezhető” – nyilatkozza a CBC-nek [6]. Tom Karako, a washingtoni Stratégiai és Nemzetközi Tanulmányok Központja (CSIS) Rakétavédelmi Projektjének vezető munkatársa és igazgatója egyetért azzal, hogy Oroszország állításai a „Kindzsál” hiperszonikus manőverező képességéről túlzók lehetnek a tipikusan hiperszonikusnak nevezett fegyverekhez, például a cirkálórakétákhoz vagy a gyorsító siklórakétákhoz képest. Olvasható a cikkben.

Szintén itt olvashatunk először arról, hogy „csak” 10-szeres hangsebességet képes elérni a rakéta, azt is 350 km hatótávolságon belül. A szakértők a cikkben kifejtik, hogy a „Kindzsál” rakéta repülése során 30–40 km magasságig is felemelkedik, majd a röppálya utolsó szakaszán egy, a függőlegeshez közelítő pályán támadja a célt. Ezen a szakaszon bizonyos körülmények között lehetséges a rakéta elfogása és leküzdése, ugyanis ekkor a sebessége már nem akkora, mint ahogy azt az orosz fél állítja. Ha visszanezzük a 3. fejezetben leírtakat: a Patriot rakétája maximálisan körülbelül 2200 m/s-os sebességgel repülő célt képes leküzdeni, ami 10 000 és 28 000 m között közelítve megfelel 7,3-szeres hangsebességnek. A fellelt cikkek alapján a „Kindzsál” sebessége ezen az utolsó szakaszon már ez alatt a sebesség alatt van, tehát ha a Patriot üteg nincs túl messze, akkor képes lehet a kis méretű effektív visszaverő felülettel rendelkező „Kindzsál”-t elfogni és rakétát indítani rá [6], [32], [53].

4.2. Leküzdhető-e a „Kindzsál” a mai rendszerben lévő légvédelmi eszközökkel? – lapszemle

Keresgettem, és igyekeztem a lehető legtöbb, az alcímben szereplő kérdéssel kapcsolatos cikket felkeresni, és bemutatni azokat a véleményeket, amelyek a témában fellelhetők.

Az egyik félrevezető információ a Redstar cikke [57], amely optikai célkoordinátort emleget. Optikai célkoordinátor esetében tisztán látható áttetsző például üveg, félgömb alakú áramvonalazót kellene látni a rakéta orrán. Ilyen nem látható a rakétáról készült képeken.

Можно ли сбить гиперзвуковой “Кинжал”? (Le lehet-e lönni a hiperszonikus „Kindzsált”?) – teszi fel az alcímben is szereplő kérdést a Русское оружие (orosz fegyverek – *rg.ru*) internetes oldal [58]. A cikk legutolsó bekezdésében a következőt írják: „Так что »Кинжал« найдет и точно поразит самую защищенную цель, а вот удар ракеты Х-47М2 этого комплекса действительно неотразим. Обнаружить и сбить ее существующими средствами ПВО и ПРО практически невозможно.” Azt, hogy a „Kindzsál” képes megtalálni és megsemmisíteni a legvédehetőbb célt, a H-47M2 rakéta csapása kivédhetetlen. Felderíteni és lelőni azt a létező lég- és rakétavédelmi rendszerekkel gyakorlatilag lehetetlen (a szerző fordítása).

Az Apostrophe ukrán, interneten fellelhető cikke [60] már a címével is cáfol: Нет никакой “гиперзвуковой” ракеты: эксперт назвал слабые стороны “Кинжала” (Nincs semmiféle hiperszonikus rakéta: a szakértő megmutatja a gyenge oldalait a „Kindzsálnak”). A szakértő, akire hivatkoznak: „...политический обозреватель группы »Информационное сопротивление« Александр Коваленко” – az Információs Ellenállás csoport politikai vezetője, Alexander Kovaljenko. Vagyis az én olvasatomban nem mérnök és nem rakétaszakértő, de még nem is fegyverszakértő. A cikkben megjelenő véleménye is ennek megfelelő. A régi szovjet/orosz technikát szapulja, és a „Kindzsál” rakétáról is az állítja, hogy ennek a régi technikának a hozadéka.

A *The Jerusalem Post* a következőket írja: „Ukraine's downing of a Russian Kh-47 Kinzhalt missile with an American-made Patriot battery on Thursday indicates that the weapon may be more hype than hypersonic.” Az, hogy Ukrajna csütörtökön lelőtt egy orosz H-47 „Kindzsál” rakétát egy amerikai gyártmányú Patriot üteggel, azt jelzi, hogy a fegyver inkább hype (túl van tolva), mint hiperszonikus [61].

Az Apostrophe ukrán cikke „Украинское ПВО умножило на ноль российский «аналогов нет»: что известно о ракете «Кинжал»” [62] és az orosz *Газета.ru* cikke [63] szöges ellentéte egymásnak. Az Apostrophe állítása szerint a május 16-i orosz támadás során lelőttek a 12. ábrán felsorolt eszközöket.

Ennek a cikknek szöges ellentéte az orosz *Газета* cikke: Сто миллионов на ветер. Как Patriot пытался сбить российский «Кинжал» – Száz milliók a szélben. Ahogy a „Patriot” próbálkozott lelőni az orosz „Kindzsált”. A cikkben az orosz forrás azt írja, hogy 16 db „Patriot” rakétát indítottak és ez mind mellé ment. Az értéküket a cikk 96 millió USD-ra teszi.

A legkorrektebb írásnak a már többször emlegetett Jevgenyij Damancev katonai elemzőt tartom [68]. Ennek több oka van: oroszországi bejegyzésű domainről van szó. Ennek ellenére nem csinál problémát abból, hogy leírja azt, amit a Kreml propagandistái folyamatosan cáfolnak. Az ő olvasatában igenis lelőhető a „Kindzsál” egy Patriot légvédelmi rendszerrel. Igaz, azt is hozzáteszi, nem mindegy, melyik modifikációval, és azt is leírja, hogy nem ismert, Ukrajna melyiket kapta. A cikkében az a szófordulat szerepel, amelyet csak az oroszok használnak,

ha a saját eszközükről írnak: „...нашого «Кинжала» ...” „a mi Kindzsálunk”. Ebből is látható, hogy a cikk szerzője orosz és oroszországi oldalról van szó.



12. ábra

A 2023. május 16-ai támadás során – az ukrán forrás szerint – megsemmisített eszközök (a szerző [62] alapján)

Nézzük az elemzését. Már az elején leírja, hogy a Patriot esetében több modifikációról lehet szó. A korszerűbb PAC-3MSE rendszernek a MIM-104F rakétával igen komoly esélye van leküzdeni a H-47M2 rakétát. A MIM-104F légvédelmi rakéta aktív milliméteres, Ka-sávú rádió-célkoordinátorral rendelkezik, amelynek nagyobb célbefogási pontossága van, mint a korábbi MIM-104E GEM-T típusú rakéta félaktív rádió-célkoordinátorának. Ezenkívül a MIM-104F rakéta többszintű gázdinamikai rendszerrel van felszerelve, ami lehetővé teszi, hogy 0,02 s alatt keresztirányú (oldalirányú) manővereket hajtson végre. Ez nagyságrendileg 60–65-szeres túlterhelésnek felel meg. A MIM-104F rakéta harcászatttechnikai adatai alapján alkalmas nagy manőverező képességű ballisztikai célok elfogására 30–40%-os valószínűséggel, ha a cél effektív visszaverő felülete legalább 0,01–0,02 m². Van egy lényeges paraméter, amely korlátozza a Patriot PAC-2/3 célelfogó képességét, az pedig a cél sebessége, amely 2200 m/s. A megadott harcászatttechnikai adatok alapján a H-47M2 rakéta sebessége 4080 m/s. Ez 1,85-ször nagyobb, mint a Patriot maximálisan megengedett célsebessége. Viszont a rakéta nagy magasságról repül a Föld felszíne felé, és ahogy belép 20 000 m magasan a troposzférába, a légellenállás jelentősen megnő. Ezen a magasságon a „Kindzsál” körülbelül 7–8-szoros hangsebességgel repül. A magasság csökkenésével 7000–10 000 m-en már csak 4–5-szörös hangsebességre csökken a rakéta sebessége. Ez a sebesség már a Patriot sebességének határa alatt van, így lehetőséget ad az aeroballisztikai rakéta elfogására.

Csak két probléma van, írja Damancev. Az egyik, hogy az ukrán és a nyugati sajtóban publikált képek alapján a Patriot ütegekben M901 indítóállványok láthatók, amelyek a MIM-104E GEM-T légvédelmi rakéták indítására szolgálnak. (Erre még később visszatérek.) Ezek a rakéták modernizált félaktív rádió-célkoordinátorral és rádiógyújtóval és ballisztikus rakéták ellen jobb elfogást biztosító algoritmussal rendelkeznek. Ugyanakkor ennek a rakétának a maximális túlterhelése 30-szoros lehet, ami nem teszi lehetővé, hogy a 25–30-szoros

túlterheléssel manőverező „Kindzsált” elfogja. Másodsorban, az ukrán sajtóban bemutatott „Kindzsál” orrkúpjának titulált darabon nagyjából 70–80 mm-es lyuk található. Ha jól megfigyeljük, akkor masszív öntöttvas ötvözet látható ferrit-perlit szerkezettel a törési felületeken, ami alapvetően jobban illik egy szabadesésű légi bombához. Semmilyen formában nem eshet szó a „Kindzsálról”, mert a H-47M2 hiperszonikus, aeroballisztikai rakéta orr-része egy vékony falú, törékeny orrkúppal rendelkezik, amely a centiméteres tartományú rádió-célkoordinátort takarja.

„Ugyanakkor rendkívül vakmerő lenne, ha nem lennénk résen, és alábecsülnék a továbbfejlesztett Patriot PAC-2GEM-T és PAC-3MSE légvédelmi rendszerek potenciálját, mivel a MIM-104E és MIM-104F rakéták képesek a hadműveleti-harcászati ballisztikus és cirkálórakétáink számos típusának elfogására. Ez azt jelenti, hogy mind cirkáló- és aeroballisztikus rakétákkal, mind alacsony magasságú kamikaze drónok tucatjaival végrehajtott tömeges csapásokra lesz szükség az ukrán légvédelmi állások hatástalanításához, amihez a stratégiai rádiótechnikai és opto-elektronikai felderítésből származó operatív adatokra lesz szükség” – írja zárszavában Damancev. Ez a zárszó is megerősített abban, hogy a szerző a Kreml oldalán áll, és ennek ellenére objektív elemzést tett közzé.

A Damancev által leírtak alapján egy kérdés merül fel bennem. Az AN/MPQ-53/65 fel-derítő radar 0,01–0,02 m²-es felbontóképessége milyen távolságra vonatkozik? A MIM-104F rakéta maximális indítási távolsága 40 km. Ezen a távolságon már valószínű, hogy az említett effektív visszaverő felülettel rendelkező célt látnia kell a lokátornak. Miért lényeges ez? Nézzük a számokat! Ha az effektív visszaverő felület 0,01–0,02 m², akkor az egy körülbelül (10–14,1) × (10–14,1) cm nagyságú effektív visszaverő felületet jelent. Nagyon nem mindegy, hogy ez 20 km vagy 40 km távolságban van. Ugyanis a vevőantennára visszaérkező teljesítményt a következő összefüggéssel lehet meghatározni:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R_t^2 R_r^2}$$

ahol:

- P_t – kisugárzott teljesítmény;
- G_t – az adóantenna nyeresége (nem dB-ben, hanem természetes mérőszámban);
- A_r – a vevőantenna effektív apertúrája (felülete);
- σ – radarkeresztszám (hatásos visszaverő felület);
- F – terjedési tényező;
- R_t – az adó és a cél távolsága;
- R_r – a vevő és a cél távolsága.

Abban az esetben, ha az adó és a vevő (közös) ugyanott található, $R_t = R_r$, és a $R_t^2 R_r^2$ kifejezés helyettesíthető R^4 -nel, akkor R a cél távolsága:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4}$$

Ez azt mutatja, hogy a visszaérkező jel a távolság negyedik hatványával csökken, ami azt jelenti, hogy a visszavert teljesítmény távoli tárgyak (célok) esetében nagyon-nagyon kis

értékű lesz. Elemezve az összefüggést, látható, hogy a visszaérkező teljesítmény P_r fordítottan arányos a céltávolság 4. hatványával.

Például 20 km céltávolság esetében az $R_4 = 160\,000$, 40 km esetén $R_4 = 2\,560\,000$. Ez azt jelenti, hogy 20 km-ről 16-szor nagyobb jel érkezik vissza, ha minden egyéb változót egyformának veszünk.

Ígértem, hogy visszatérek Damancev egyik állítására. Azt írja, hogy az ukrán és a nyugati sajtóban publikált képek alapján a Patriot ütegekben M901 indítóállványok láthatók. Ez igaz, de a képek legtöbbször átvett valamilyen, a Patriot rendszert bemutató leírásból. Látványos különbség az M901/902/903 indítóberendezések között sincsen, így a képekről megkülönböztetni azokat nehéz, így nem könnyű eldönteni, hogy mit látunk valójában. Olyan képet, videót, amely mellett ukrán zászlós karjelzéses katonák állnak nem találtam, pedig egy ilyen kép lehetne perdöntő abban a kérdésben, hogy képes-e az ukrán légvédelem megsemmisíteni a H-47M2 rakétát.

Utánanéztem egy Patriot üteg felépítésének. A fellelt leírásokban nem írt típuskülönbséget az indítóállványokra. A különbség annyi, hogy a MIM-104E rakéta átmérője 410 mm, míg a MIM-104F rakétáé 250 mm. Az állványon az előbbiből 4 db van (lásd 13. ábra), az utóbbiból 16 (lásd 14. ábra). Így akár MIM-104F rakétát is indíthatott az ukrán légvédelem [106], [107].



13. ábra
Patriot M901/902/903 indítóállvány 4 db MIM-104E/D rakétával [103]



14. ábra

Patriot M901/902/903 indító állvány 16 db MIM-104F rakétával [105]

5. Összefoglalás

Összegezve, nem kaptam bizonyítékot arra vonatkozóan, hogy valóban lelőtte-e az ukrán légvédelem Kijev körzetében azt a 6 db „Kindzsál” rakétát, amit állít. Egyre viszont választ kaptam. A Patriot PAC-3MSE légvédelmi rendszer a MIM-104F légvédelmi rakétával képes leküzdeni az orosz légierő hiperszonikus rakétáját. A kérdés nyitva maradt, hogy Ukrajna rendelkezik-e ezzel a változattal, vagy csak a korábbi Patriot PAC-2-vel.

A fentiekből is látszik, hogy az ukrán–oros háború olyan titkokat tárt fel és fog még feltárni, amelyekről eddig csak a benne dolgozók és az adott ország magas rangú politikai és katonai vezetői tudtak. Most már bizonyos részletei ezeknek az eszközöknek szerte a világon ismertek. Ne legyen naiv a kedves olvasó, más országok is kísérleteznek hasonló eszköz megalkotásával, vagy már van is nekik. Egy biztos, ha még nem rendelkeznek ilyennel, akkor a kutatások a lehető legnagyobb erőbedobással fognak folytatódni, hiszen a fegyverkezési verseny sajnos nem ért véget.

Felhasznált irodalom

- [1] Ночной удар по Киеву: сколько “Кинжалов” сбила ПВО и мог ли один из них попасть в Patriot? (Night strike on Kyiv: how many “Kinzhall” were shot down by air defence and could one of them hit the Patriot?). *BBC News Русская Служба*, 2023. május 16. Online: <https://www.bbc.com/russian/features-65617096>
- [2] РФ застосували гіперзвукові ракети Х-47М „Кинжал” для удару по Вінницький області (Russia used hypersonic missiles Kh-47M “Kinzhall” to strike at Vinnitsia region). *Defense Express*, 2022. augusztus 8. Online: https://defence-ua.com/news/rf_zastosuvali_giperzvukovi_raketu_h_47m_kinzhal_dlja_udaru_po_vinnitskij_oblasti-8477.html
- [3] Х-47 “Кинжал”: балістичний чи гіперзвуковий, як взагалі працює, як з’явився у РФ та став міфом (Kh-47 “Kinzhall”: ballistic or hypersonic, how it works at all, how it appeared in Russia and became a myth). *Defense Express*, 2023. május 8. Online: https://defence-ua.com/minds_and_ideas/h_47_kinzhal_balistichnij_chi_giperzvukovij_jak_vzagali_pratsjuje_ta_jak_zjavivsja_u_rf_ta_stav_mifom-11532.html
- [4] “Гіперзвуковий” Х-47 “Кинжал” успішно збито ЗСУ: уламки й пояснення причини сильного вибуху уночі 4 травня над Києвом (оновлено) (“Hypersonic” Kh-47 “Kinzhall” successfully shot down the Armed Forces of Ukraine: debris and explanation of the reason for the strong explosion over Kyiv on the night of May 4 [updated]). *Defense Express*, 2023. május 5. Online: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/giperzvukovij_h_47_kinzhal_uspishno_zbito_zsu_foto_ulamkiv_j_pojasnennja_prichini_silnogo_vibuhu_unochi_4_travnja_nad_kijevom-11498.html
- [5] Бойова частина “Кинжала” має 150 кг особливого вибухівки, і це ще не все цікаве про ракету (The warhead of the “Kinzhall” has 150 kg of special explosives, and this is not all interesting about the rocket). *Defense Express*, 2023. május 16. Online: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/bojova_chastina_kinzhala_maje_150_kg_osoblivoji_vibuhivki_i_tse_sche_ne_vse_cikave_pro_raketu-11610.html
- [6] N. Logan, Ukraine says it shot down Russian Kinzhall missiles. What is the hypersonic weapon? *CBC*, 2023. május 16. Online: <https://www.cbc.ca/news/world/ukraine-russia-kinzhall-missiles-1.6845097>
- [7] FAS, B-70 Valkyrie. Online: <https://nuke.fas.org/guide/usa/bomber/b-70.htm>
- [8] Did Ukraine shoot down a Russian hypersonic missile with a US Patriot? *Forces*, 2023. május 15. Online: <https://www.forces.net/ukraine/did-ukraine-shoot-down-russian-hypersonic-missile-us-patriot>
- [9] G. P. Sutton, O. Biblarz, *Rocket Propulsion Elements*. Eighth Edition, Hoboken, New Jersey, Wiley, 2010. pp. 9–10
- [10] Megérkezett az orosz hadijelentés: Konasenkov szerint bevetették a nagypontosságú levegő-föld rakétákat. *Híradó.hu*, 2022. április 17. Online: <https://hirado.hu/kulfold/cikk/2022/04/17/megerkezett-az-orosz-hadijelentes-konasenkov-szerint-bevetettek-a-nagypontossagu-levego-fold-raketakat>
- [11] Lelőttek az ukránok az oroszok egyik legfejlettebb rakétáját. *HVG*, 2023. május 8. Online: https://hvg.hu/tudomany/20230508_orosz_ukran_haboru_kinzhal_hiperszonikus_raketa_patriot_legvedelmi_raketa
- [12] C. Lethbridge, Bumper-Wac fact Sheet. *Spaceline*, [é. n.]. Online: <https://www.spaceline.org/cape-canaveral-rocket-missile-program/bumper-wac/>

- [13] Zord G. L., Putyin-show a választóknak és az egész világnak. *Magyar Nemzet*, 2018. március 1. Online: <https://magyarnemzet.hu/kulfold-archivum/2018/03/putyin-show-a-valasztoknak-es-az-egesz-vilagnak>
- [14] 9K720 Iskander (SS-26). *MissileThreat*, 2021. augusztus 2. Online: <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-26-2/>
- [15] NASA, *Mach Number*. Online: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/mach.html>
- [16] A kozmikus sebességek (szabad mozgások centrális gravitációs mezőben). *Netfizika*, [é. n.]. Online: <https://www.netfizika.hu/kozmuikus-sebessegek-szabad-mozgasok-centralis-gravitacios-mezoben>
- [17] Az ukránok lelőtték az oroszok „csodafegyverét” – valószínűleg az amerikai Patriot-rendszert vetették be. *Paraméter*, 2023. május 6. Online: <https://parameter.sk/az-ukranok-lelottek-az-oroszok-csodafegyveret-valoszinuleg-az-amerikai-patriot-rendszert-vetettek-be>
- [18] “Кинжал”: характеристики и особенности гиперзвуковой ракеты. *РЕН ТВ – Прямой эфир*, 2022. április 8. Online: <https://ren.tv/longread/960895-raketnyi-kompleks-kinzhal-kharakteristiki-giperzvukovogo-oruzhiia>
- [19] Szergej Sojgu: nem igaz, hogy az ukránok lelőtték hat Kindzsál rakétát. *Portfolio*, 2023. május 16. Online: <https://www.portfolio.hu/global/20230516/szergej-sojgu-nem-igaz-hogy-az-ukranok-lelottek-hat-kinzsál-raketat-615602>
- [20] Felkai Á., Az oroszok miatt titokban, de az USA márciusban sikeresen tesztelt egy „valódi” hiperszonikus fegyvert. *Rakéta*, 2022. április 6. Online: <https://raketa.hu/az-oroszok-miatt-titokban-de-az-usa-marciusban-sikeresen-tesztelt-egy-valodi-hiperszonikus-fegyvert>
- [21] Felkai Á., Képes lehet-e egyáltalán egy amerikai Patriot leszedni egy orosz hiperszonikus Kindzsál lövedéket? *Rakéta*, 2023. május 6. Online: <https://raketa.hu/kepes-lehet-egy-általán-egy-amerikai-patriot-leszedni-egy-orosz-hiperszonikus-kindzsál-lovedeket>
- [22] G. Garanich, S. Karazy, Kyiv says it shoots down volley of Russian hypersonic missiles. *Reuters*, 2023. május 16. Online: <https://www.reuters.com/world/europe/air-defence-systems-repelling-attacks-ukraine-early-tuesday-officials-2023-05-16/>
- [23] A. Hollings, How Russia Fooled the World about its ‘Hypersonic’ Kinzhal. *Sandboxx*, 2022. augusztus 19. Online: <https://www.sandboxx.us/blog/why-calling-russias-kinzhal-a-hypersonic-missile-is-a-stretch/>
- [24] Szilvássy L., „Az orosz-ukrán háborúban alkalmazott repülőfedélzeti hiperszonikus rakéta,” in *Műszaki tudomány az északkelet-magyarországi régióban*, Páy G. szerk., 2022. Konferenciakiadvány, Nyíregyháza, Nyíregyházi Egyetem 2022. pp. 340–344.
- [25] Szilvássy L., Békési B., „Rakéta hajtóművek,” *Repüléstudományi Közlemények*, 11. évf. 1. sz. pp. 263–271. 1999.
- [26] Szilvássy L., Békési B., „Repülőfedélzeti rakéták hajtóművei,” *Bolyai Szemle*, 11. évf. pp. 1–11. 2002.
- [27] Szilvássy L., „A repülőgép-fedélzeti rakéták hajtóműveiben alkalmazott hajtóanyagok,” *Repüléstudományi Közlemények*, 10. évf. 2. sz. pp. 43–50. 1998.
- [28] Szilvássy L., Szabó L., „Rakéták reaktív hajtóművei,” *Repüléstudományi Közlemények*, 18. évf. 1. sz. pp. 209–216. 2006.
- [29] Szilvássy L., Békési B., „A katonai repülőgép fedélzeti rakéták hajtóművei,” in *12th Hungarian Days of Aeronautical Sciences Conference: The Challenge of Next Millenium on Hungarian Aeronautical Sciences*, Rohács J. et al. szerk., Budapest, BME, 1999. pp. 124–131.

- [30] Szilvássy L., „Meteor rakéta,” in *Repüléstudományi Szemelvények 2018*, Szilvássy L. szerk., Szolnok, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Repülő Intézet, 2018. pp. 119–142.
- [31] International Standard Atmosphere. *The Engineering ToolBox*, [é. n.]. Online: https://www.engineeringtoolbox.com/international-standard-atmosphere-d_985.html
- [32] Explainer: Can Ukraine Use Patriot Systems to Knock Out Russian Hypersonic Missiles? *VoaNews*, 2023. május 17. Online: <https://www.voanews.com/a/explainer-can-ukraine-use-patriot-defense-systems-to-knock-out-russian-hypersonic-missiles-/7097858.html>
- [33] Wikipedia, *Kh-47M2 Kinzhal*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Kh-47M2_Kinzhal
- [34] Wikipedia, *Hypersonic weapon*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Hypersonic_weapon
- [35] Wikipedia, *Hiperszonikus áramlás*. Online: https://hu.wikipedia.org/wiki/Hiperszonikus_%C3%A1ramlás
- [36] Wikipedia, *XB-70 Valkyrie*. Online: https://hu.wikipedia.org/wiki/XB%E2%80%9370_Valkyrie
- [37] Wikipedia, *AGM-183 ARRW*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/AGM-183_ARRW
- [38] Wikipedia, *Hwasong-8*. Online: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hwasong-8>
- [39] Wikipedia The Free Encyclopedia: *DF-ZF*, Online:
- [40] Wikipedia, *Avangard (hypersonic glide vehicle)*. Online: [https://en.wikipedia.org/wiki/Avangard_\(hypersonic_glide_vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Avangard_(hypersonic_glide_vehicle))
- [41] Wikipedia, *Hypersonic Technology Demonstrator Vehicle*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Hypersonic_Technology_Demonstrator_Vehicle
- [42] Wikipedia, *Hypersonic Air-breathing Weapon Concept*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Hypersonic_Air-breathing_Weapon_Concept
- [43] Wikipedia, *Aegis Ballistic Missile Defense System*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Aegis_Ballistic_Missile_Defense_System
- [44] Wikipedia, *S-400 missile system*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/S-400_missile_system
- [45] Wikipedia, *MIM-104 Patriot*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/MIM-104_Patriot
- [46] Wikipedia, *RIM-174 Standard ERAM*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/RIM-174_Standard_ERAM
- [47] Wikipedia, *9K720 Iskander*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/9K720_Iskander
- [48] Wikipedia, *Circular error probable*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_error_probable
- [49] Wikipedia, *International Standard Atmosphere*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Atmosphere
- [50] Это историческое событие! Характеристика ракет Кинжал, которые сбили украинцы (This is a historic event! Characteristics of the Dagger missiles shot down by the Ukrainians). *Викна*, 2023. augusztus 9. Online: <https://vikna.tv/ru/video/svit/rakety-kinzhal-harakteristiki-sverhsvukovoj-rakety-kinzhal/>
- [51] Гиперзвуковой бросок «Кинжала»: конкуренты еще - в «пеленках». *Звезда*, 2018. május 23. Online: <https://zvedzaweekly.ru/news/20185211547-L3aOs.html>
- [52] Не такой уж и быстрый: что известно о ракетном комплексе Кинжал и его характеристики (Not so fast: what is known about the Dagger missile system and its characteristics). *Факти*, 2023. augusztus 11. Online: <https://fakty.com.ua/ru/ukraine/20230516-u-10-raziv-vyshhe-shvydkosti-zvuku-dalnist-urazhennya-3-tys-km-shho-take-raketnyj-kompleks-kyndzhal/>

- [53] Можно ли сбить гиперзвуковой “Kinžsal”? (Is it possible to shoot down the hypersonic “Kinžsal”?). *RG.ru*, 2023. május 13. Online: <https://rg.ru/2023/05/13/mozhno-li-sbit-giperzvukovoj-kinzhal.html>
- [54] *Рособоронэкспорт, БЭТАБ-500*. Online: <http://roe.ru/catalog/vozdushno-kosmicheskiesily/aviatsionnye-bomby/betab-500/>
- [55] В Минобороны рассказали, что Киев выдал за «сбитые ракеты «Kinžsal» (The Ministry of Defense said that Kiev issued for downed missiles “Kinžsal”). *RBC.ru*, 2023. május 13. Online: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/645f32999a794726e38b0ffa>
- [56] Что известно о гиперзвуковой ракете “Kinžsal” (What is known about the hypersonic missile “Kinžsal”). *TACC*, 2023. május 16. Online: <https://tass.ru/info/17760793>
- [57] X-47M2 «Kinžsal» Гиперзвуковой ракетный комплекс. *Redstar*, [é. n.]. Online: www.redstar.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=5264:kh-47m2-kinzhal&catid=655&lang=ru&Itemid=566
- [58] Можно ли сбить гиперзвуковой “Kinžsal”? *Русское оружие (RG.ru)*, 2023. május 13. Online: <https://rg.ru/2023/05/13/mozhno-li-sbit-giperzvukovoj-kinzhal.html>
- [59] В России прокомментировали «перехват» Украиной ракеты «Kinžsal». *Lenta.ru*, 2023. május 13. Online: <https://lenta.ru/news/2023/05/13/kinzhal/>
- [60] Нет никакой “гиперзвуковой” ракеты: эксперт назвал слабые стороны “Kinžсала”. *Апостроф (apostrophe.ua)*, 2023. május 16. Online: <https://apostrophe.ua/news/society/2023-05-16/net-nikakoy-giperzvukovoy-raketyi-ekspert-nazval-slabyye-storonyi-kinzala/297086>
- [61] M. Starr, Kyiv proves Russia’s Kinžsal missile more hype than hypersonic – analysis. *The Jerusalem Post*, 2023. május 8. Online: www.jpost.com/international/article-742392
- [62] Украинское ПВО умножило на ноль российский “аналоговнет”: что известно о ракете “Kinžsal”. Фото. *Апостроф (apostrophe.ua)*, 2023. május 16. Online: https://apostrophe.ua/news/society/2023-05-16/ukrainskoe-pvo-umnozhilo-na-nol-rossijskij-analogovnet-cto-izvestno-o-rakete-kinzhal_-foto/297047
- [63] Сто миллионов на ветер. Как Patriot пытался сбить российский «Kinžsal». *Газета.ru*, 2023. május 19. Online: www.gazeta.ru/army/2023/05/19/16728212.shtml
- [64] Гиперзвуковой ракетный комплекс X-47M2 «Kinžsal». Графика, *Белок из будущего*, 2022. március 25. Online: <https://iz.ru/1414153/video/giperzvukovoi-raketnyi-kompleks-kh-47m2-kinzhal-grafika>
- [65] Новые детали. Полёт гиперзвуковой ракеты Часть 2. Разбираем видеокдры с Украины. *YouTube*, 2022. március 25. Online: www.youtube.com/watch?v=1tahZ3-SJ6g&list=PLgGq-5L43_H9rbdAZmR8LLFohC_DWtRqk&index=56
- [66] Как работает ракетный комплекс “Kinžsal”. *Baltnews*, 2020. január 29. Online: <https://lv.baltnews.com/infographics/20200129/1023656112/Infografika-kak-rabotaet-raketnyy-kompleks-Kinzhal.html>
- [67] Как летает ракета боевого комплекса «Kinžsal»: гиперзвуковое российское оружие. *TechInsider*, 2022. március 26. Online: www.techinsider.ru/weapon/750293-kak-letaet-kinzhal/
- [68] Американский Patriot сбил российский «Kinžsal»: совершенство систем ПРО или непрофессиональная фикция командования ВСУ. *Военное дело*, 2023. május 10. Online: <https://voennoedelo.com/posts/>

- id43534-amerikanskij-patriot-sbil-rossijskij-kinzhal-sovershenstvo-sistem-pro-ili-neprofessionalnaja-fiktisija-komandovanija-vsu
- [69] X 47M2 “Кинжал” – “гіперзвуковий піар” російського ВПК. *Військовий Кур’єр*, [é. n.]. Online: <https://mil.co.ua/kinzhal/>
- [70] «Из области фантастики»: военэксперт о перехвате Украиной ракеты «Кинжал». *News.ru*, 2023. május 10. Online: <https://news.ru/society/ekspert-nazval-dovody-protiv-versii-ukrainy-o-sbitoj-rakete-vs-rf-kinzhal/>
- [71] ЗРК «Пэтриот»: миссия оказалась невыполнимой. *Еженедельник Звезда*, 2023. május 30. Online: <https://zvezdaweb.ru/news/20235251629-AXAtu.html>
- [72] D. Bohn, X-51A WaveRider hypersonic missile successfully hits Mach 5.1 in final test. *The Verge*, 2013. május 4. Online: www.theverge.com/2013/5/4/4298270/x-51a-waverider-hypersonic-missile-successfully-hits-mach-5-1-in
- [73] T. Rogoway, S. Payne, We Have Questions About Russia’s Claimed Kinzhal Hypersonic Missile Use In Ukraine (Updated). *The Warzone*, 2022. március 21. Online: www.thedrive.com/the-war-zone/44840/we-have-questions-about-russias-claimed-kinzhal-hypersonic-missile-use-in-ukraine
- [74] Valami nagyon nem stimmel az orosz hiperszonikus rakéta bevetése körül. *Telex*, 2022. március 21. Online: <https://telex.hu/kulfold/2022/03/21/oroszorszag-kindzsal-hiperszonikus-raketa-video-kerdesek-orosz-ukran-haboru>
- [75] Fotelhírszerzők, Twitter-diplomaták, maszek hekkerek és sok-sok kütyü – Ízig-vérig 21. századi háború zajlik Ukrajnában. *Telex*, 2022. április 7. Online: <https://telex.hu/tech/2022/04/07/orosz-ukran-haboru-ukrajna-21-szazadi-haboru-internet-hekkerek-kriptovaluta-telegram-starlink-tiktok-twitter-osint>
- [76] D. Wichner, Tucson-based Raytheon’s hypersonic missile passes ‘historic’ first test flight. *Tucson.com*, 2021. szeptember 28. Online: https://tucson.com/news/local/tucson-based-raytheons-hypersonic-missile-passes-historic-first-test-flight/article_622790b4-1fd3-11ec-9e6f-cb3f477d974f.html
- [77] R. Brahmabhatt, What are hypersonic missiles and how does hypersonic weapon technology work? *Interesting Engineering*, 2022. február 6. Online: <https://interestingengineering.com/innovation/hypersonic-missiles>
- [78] Y. Inaba, Japan’s ATLA Developing Hypersonic Anti-Ship Missile. *Naval News*, 2020. április 27. Online: www.navalnews.com/naval-news/2020/04/japans-atla-developing-hypersonic-anti-ship-missile/
- [79] Новые детали. Полёт гиперзвуковой ракеты Часть 2. Разбираем видеокдры с Украины. *YouTube*, 2022. március 25. Online: www.youtube.com/watch?v=1tahZ3-SJ6g
- [80] Резников начал подсчет уничтоженных российских “Кинжалов”: сколько их еще у врага. *24 Канал*, 2023. május 16. Online: https://24tv.ua/ru/skolko-raket-h-47m2-kinzhal-sbila-ukraina-skolko-kinzhalov-u-rossii-24-kanal_n2314622
- [81] S. Oğuz, *Nuclear Weapons of Russia -2: Dagger (Kinzhal- Kh-47m2)*. ANKASAM (Ankara Center for Crisis and Policy Studies), 2022. május 9. Online: www.ankasam.org/nuclear-weapons-of-russia-1-dagger-kinzhal-kh-47m2/?lang=en
- [82] В России увеличили производство ракет “Кинжал” до 10 единиц в месяц, –военный эксперт Киричевский. *ЕСПЕСО*, 2023. május 16. Online: <https://ru.espresso.tv/v-rossii-uvelichili-proizvodstvo-raket-kinzhal-do-10-edinits-v-mesyats-voenny-ekspert-ki-richevskiy>

- [83] Кинжал vs Patriot. Чьи технологии ночью над Киевом оказались сильнее. *NV – New Voice*, 2023. május 16. Online: <https://nv.ua/opinion/kinzhal-ataka-fursa-ob-obstrelie-kieva-16-maya-poslednie-novosti-50324850.html>
- [84] Минобороны: в Киеве ударом ракеты «Кинжал» уничтожен комплекс ПВО Patriot. *Новости*, 2023. május 16. Online: <https://news.mail.ru/incident/56231406/>
- [85] Куча железа: Bild показал обломки российской сверхзвуковой ракеты “Кинжал”, которую сбили над Киевом. Видео. *Obozrevatel*, 2023. május 10. Online: <https://war.obozrevatel.com/kucha-zheleza-bild-pokazal-oblomki-rossijskoj-sverhzvukovoj-raketyi-kinzhal-kotoruyu-sbili-nad-kievom-video.htm>
- [86] Над Киевом ночью сбили шесть российских “Кинжалов”. *Euroradio FM*, 2023. május 16. Online: <https://euroradio.fm/ru/nad-kievom-nochyu-sbili-shest-rossijskikh-kinzhalov>
- [87] Залужный: Россия атаковала Украину шестью ракетами Х-47 “Кинжал”. Все были сбиты ПВО. *Ліга Новости*, 2023. május 16. Online: <https://news.liga.net/politics/news/zalujnyy-rossiya-atakovala-ukrainu-shestyu-raketami-h-47-kinjal-vse-byli-sbity-pvo>
- [88] Производство гиперзвуковых ракет Х-47М2 “Кинжал” увеличилось на 500%. *Дзен*, [é. n.]. Online: <https://dzen.ru/a/ZG7kd0Sl-RKmbmmu>
- [89] В Киеве показали обломки якобы сбитой украинской ПВО ракеты «Кинжал». *Коммерсантъ*, 2023. május 10. Online: www.kommersant.ru/doc/5978369
- [90] ПВО ночью сбило 18 российских ракет: среди них “Кинжалы” и Калибры”. *delo.ua*, 2023. május 16. Online: <https://delo.ua/ru/incidents/pvo-nocyu-sbilo-18-rossiiskix-raket-sredi-nix-kinzaly-i-kalibry-417439/>
- [91] Атака на Киев: предварительно — “Кинжалами”. как уберечься от ракет. *Зеркало недели*, 2023. május 16. Online: <https://zn.ua/war/kiiev-atakujut-kindzhalamiju-kak-uberechysja-ot-raket-s-vozmozhnym-jadernym-zarjadom.html>
- [92] Гиперзвуковой авиационный ракетный комплекс «Кинжал», характеристика и особенности. *Army-Today*, [é. n.]. Online: <https://army-today.ru/tehnika/kinzhal>
- [93] Гиперзвуковой «Кинжал» – первая ласточка новых войн. *Naked Science*, 2019. december 30. Online: <https://naked-science.ru/article/tech/giperzvukovoj-kinzhal-pervaya-lastochka-novyh-vojn>
- [94] Что такое гиперзвуковые ракеты «Кинжал». *Universe*, 2023. január 27. Online: <https://universemagazine.com/ru/shho-take-giperzvukovi-raketi-yakimi-rosiya-atakuye-ukrayinu/>
- [95] ПВО уничтожила все «Кинжалы», «Калибры» и баллистические ракеты, которыми войска РФ ночью атаковали Украину. *Центр журналистских расследований*, 2023. május 16. Online: <https://investigator.org.ua/news-2/254648/>
- [96] Military Watch: Русские пятикратно увеличили выпуск практически неотразимых гиперзвуковых ракет Х-47М2 «Кинжал». *Свободная Пресса*, 2023. május 28. Online: <https://svpressa.ru/war21/article/374459/>
- [97] Ракета Кинжал: характеристики гиперзвукового оружия, удар, мощность, применение на Украине. *Begeton*, 2022. március 22. Online: <https://begeton.com/blog/5397-raketa-kinzhal-kharakteristiki-giperzvukovogo-oruzhiya-udar-moshchnost-primenenie-na-ukraine/>
- [98] Издание Bild показало обломки ракеты “Кинжал”, которую над Киевом сбил ЗРК Patriot – видео. *Stopkor*, 2023. május 10. Online: www.stopkor.org/section-suspilstvo/news-vidannya-bild-pokazalo-ulamki-raketi-kindzhal-yaku-nad-kievom-zbiv-zrk-patriot-video-10-05-2023.html

- [99] Топ-5 вооружений России, которые больше всего пугают Запад в СВО. *Life (RU)*, 2023. május 26. Online: <https://life.ru/p/1581713>
- [100] Шойгу опроверг заявления Киева о сбитых их ПВО шести российских ракетах «Кинжал». *Новости Кыргызстана*, 2023. május 17. Online: www.for.kg/news-808442-ru.html
- [101] MWM: Россия увеличила в пять раз производство гиперзвуковых ракет «Кинжал». *Общественная служба новостей*, 2023. május 28. Online: www.osnmedia.ru/world/mwm-rossiya-uvelichila-v-pyat-raz-proizvodstvo-giperzvukovyh-raket-kinzhal/
- [102] X-47M2 «Кинжал» оснащён уникальной боевой частью мощностью 240 ТНТ – украинские специалисты изучили российскую гиперзвуковую ракету. *Нескучный сайт технике*, [é. n.]. Online: <https://gagadget.com/ru/247071-h-47m2-kinzhal-osnaschyon-unikalnoj-boevoj-chastyu-moschnostyu-240-tnt-ukrainskie-spetsialisty-izuchili-rossijskuyu-g/>
- [103] M. Brain, S. Glein, How Patriot Missiles Work. *HowStuffWorks*, 2022. március 10. Online: <https://science.howstuffworks.com/patriot-missile.htm>
- [104] American missile defense systems in the theater of operations. *Top War*, 2022. február 22. Online: <https://en.topwar.ru/192497-amerikanskie-sistemy-pro-na-teatre-voeny-nyh-dejstvij.html>
- [105] P. Bouvier, War in Ukraine: What is the Patriot missile system? *Le Monde*, 2023. május 23. Online: www.lemonde.fr/en/international/article/2023/05/23/war-in-ukraine-what-is-the-patriot-missile-system_6027705_4.html

Kh-47M2 „Kinzhál” Air-Launched Hypersonic Missile

In the Russian-Ukrainian war, that started on 24 February, a number of weapons were used that we had little information before, and even their existence was not known. One such weapon is the Kh-47M2 “Kinzhál” air-launched hypersonic missile. In my publication, I would like to introduce this device, including the history of its development and a brief history of the achievement of hypersonic speeds, as well as the articles in the press which claim that the Ukrainian army shot down such a device.

Keywords: hypersonic, aircraft on-board missile, Russian-Ukrainian war, Patriot SAM

Dr. Szilvássy László
 egyetemi docens
 Nemzeti Közszolgálati Egyetem
 Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
 Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék
szilvassy.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0002-0455-4559

László Szilvássy, PhD
 Associate Professor
 University of Public Service
 Faculty of Military Science and Officer
 Training
 Department of Aircraft Onboard Systems
szilvassy.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0002-0455-4559