VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

KONSTRUKCE VOJENSKÝCH VOZIDEL
DESIGN OF MILITARY VEHICLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR
Ondřej Kroupa

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR
Ing. Kamil Řehák, Ph.D.

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	**Ondřej Kroupa**
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	**Ing. Kamil Řehák, Ph.D.**
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Konstrukce vojenských vozidel

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Konstrukce a předpisy pro vojenská vozidla se významně odlišují od ostatních vozidel. Při samotném návrhu nového vozidla je nutné vzít v úvahu tato specifika.

Cíle bakalářské práce:

Provedení rešerše.
Vytvoření přehledu vojenských vozidel.
Konstrukce vojenských vozidel.
Předpisy a normy pro vojenská vozidla.

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY, J.E., MISCHKE, CH.R., BUDYNAS, R.G. Konstruování strojních součástí. VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.

ŠUMAN-HREBLAY, M. Vojenská vozidla. Computer Press, 2013. ISBN 978-80-264-0179-7.

Bojová vozidla pěchoty a obrněné transportéry, 3. vydání, Ministerstvo obrany ČR, Praha, 2018.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D. ředitel ústavu	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o vojenských vozidlech a jejich konstrukci. V prvé řadě je třeba provést rozdělení do kategorií podle platné české legislativy. Důležitá je otázka pásových a kolových podvozků, přičemž každý má své výhody a nevýhody. Dále je rozebrána konstrukce pásového podvozku a problematika konstrukce základních komponent kolových vozidel, která je často odlišná od vozidel silničních. Jednou z důležitých oblastí konstrukce jsou v dnešní době také prvky ochrany, a to pasivní a aktivní. Při návrhu vojenských vozidel je třeba brát v úvahu i jejich zvláštní postavení v rámci legislativy. V práci je řešena tato problematika pro emise a hluk, která se odlišuje od ustanovení platných pro silniční vozidla. Závěrem je nastíněn možný budoucí vývoj.

KLÍČOVÁ SLOVA

vojenské vozidlo, pásové vozidlo, kolové vozidlo, podvozek, konstrukce, emise, hluk

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on military vehicles and their construction. At first it is needed to divide them into categories by the valid Czech legislation. The issue of the crawler and wheel chassis is also important, as both have their advantages and disadvantages. The construction of the crawler chassis and the problematics of the construction on the basic wheel chassis components, which often differs from road vehicles, are analysed next. One of the important construction areas today are also the elements of protection, which can be passive or active. While designing the military vehicles, it is also necessary to take into account their special position within the legislation. The thesis addresses the problematics of emissions and noise rules, which is different from measures valid to road vehicles. In conclusion there is an indication of possible future development.

KEYWORDS

military vehicle, crawler chassis, wheel chassis, chassis, construction, emission, noise

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KROUPA, Ondřej. *Konstrukce vojenských vozidel*. Brno, 2020. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124854. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 52 s. Vedoucí bakalářské práce Kamil Řehák.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Kamila Řeháka Ph.D. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 26. června 2020 ……..……..

Ondřej Kroupa

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce Ing. Kamilu Řehákovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přítelkyni za jejich podporu po celou dobu studia.

OBSAH

Úvod **11**

1 Rozdělení vojenských vozidel dle legislativy **12**
1.1 Vojenská bojová vozidla 12
1.2 Vojenská zabezpečovací vozidla 12
1.2.1 Vojenská vozidla, která mají maximálně 4 kola (VL) 13
1.2.2 Vozidla určená k přepravě osob (VM) 13
1.2.3 Vojenská vozidla s vlastním druhem pohonu (VN) 13
1.2.4 Další kategorie 13
1.3 Vojenská zvláštní vozidla 13

2 Rozdělení bojových vozidel **15**
2.1 Tank 15
2.1.1 M1 Abrams 15
2.1.2 Challenger 2 16
2.1.3 Merkava 16
2.1.4 Leopard 2 17
2.1.5 T-90 17
2.2 Samohybné dělo 18
2.3 Obrněný transportér 18
2.4 Bojové vozidlo pěchoty 19
2.5 Obojživelná vozidla 19

3 Výhody a nevýhody pásového a kolového podvozku **20**
3.1 Pásový podvozek 20
3.2 Kolový podvozek 20

4 Základy konstrukce pásového podvozku **21**
4.1 Závěsné ústrojí 21
4.1.1 Pružiny 21
4.1.2 Vahadla 22
4.1.3 Tlumiče 22
4.2 Pásové pohybové ústrojí 23
4.2.1 Hnací kolo 23
4.2.2 Kolejový pás 24
4.2.3 Pojezdná kola 24
4.2.4 Nosné kladky 25
4.2.5 Vodící kolo 25
4.2.6 Napínací ústrojí 25

5 Základy konstrukce kolových vozidel **26**
5.1 Převodové ústrojí 26
5.1.1 Spojky 26
5.1.2 Převodovky a přídavné převodovky 27
5.1.3 Diferenciály 28
5.2 Podvozek 29
5.3 Karoserie a rámy 30

5.4 Řízení ... 31
5.4.1 Teorie řízení ... 31
5.4.2 Konstrukce řízení ... 32
5.5 Brzdná zařízení ... 33
5.5.1 Teorie brždění ... 33
5.5.2 Konstrukce brzd ... 34

6 Ochrana vozidel ... 35
6.1 Ochrana proti zbraním ... 35
6.2 Reaktivní pancíř a prvky aktivní obrany ... 35
6.3 Ochrana proti minám ... 36

7 Legislativa ... 38
7.1 Emise ... 38
7.2 Hluk a vibrace ... 39
7.3 Ochrana vozidla ... 40
7.3.1 Odolnost vůči účinku palných zbraní podle STANAG 4569 ... 41
7.3.2 Další části STANAG 4569 ... 41

8 Bojová vozidla armády ČR ... 42
8.1 Obrněné vozidlo Pandur II 8x8 ... 42
8.2 Tank T-72M4 ... 43
8.3 Obrněné vozidlo Dingo 2 ... 43
8.4 Samohybná kanónová houfnice DANA vz. 77 ... 43
8.5 Průzkumný a pozorovací komplet LOS ... 44

Závěr ... 45

Použité informační zdroje ... 46

Seznam použitých zkratek a symbolů ... 52

ÚVOD

Vývoj vojenských vozidel začíná první světovou válkou. Do té doby byli v armádách všech zemí používáni koně. Nejprve se vozidla využívala k zabezpečovacím účelům, jako je přeprava materiálu či vojáků. Hlavní průlom přišel v první světové válce v bitvě na řece Sommě, kdy bylo poprvé využito vozidlo pod kódovým označení „Tank“. Tank se i přes prvotní nezdary a komplikace nakonec projevil jako účinná zbraň a začal tedy závod mezi jednotlivými zeměmi o vytvoření co nejlepších obrněných vozidel. Jak už bývá pravidlem, rozvoj vojenské techniky je spojen s válkami. První světová válka přinesla zařazení vozidel do řad armády a druhá přispěla k jejich obrovskému posunu vpřed. Německá taktika „Blitzkrieg“, neboli blesková válka, vycházela právě z předpokladu pokročilé mechanizace, kdy základem byly bojové jednotky v čele s tanky. Neméně důležitá ovšem byla vozidla operující v týlu, bez kterých by se postup velice rychle zastavil z důvodu chybějících pohonných hmot a munice. Mezi ikonická vozidla té doby lze zařadit spojenecký tank Sherman, ruský tank T-34 nebo německý Tiger.

Po druhé světové válce, ve které zemřely miliony lidí, by mohlo zdánlivě přijít období klidu. Svět se ale rozdělil na dvě poloviny a začal závod ve zbrojení mezi velmocemi, a to mezi Amerikou a Sovětským svazem. Za této situace byly opět vyvíjeny nové zbraně a technologie. Zvláště ničivé se ukázaly býti jaderné zbraně. Naštěstí nedošlo k přímému střetu, který by znamenal mnoho mrtvých. Některá vozidla v této době navržená mají ovšem takovou kvalitu, že se s nimi ve výzbroji některých států můžeme v různých modernizacích setkat ještě dnes. Jako příklad lze uvést velkou většinu současných tanků, například Leopard 2, M1 Abrams nebo i ruský tank T-72, který je po modernizacích využíván i v naší armádě.

Za současného stavu, kdy v Evropě neprobíhají válečné konflikty, se může zdát vývoj vojenské techniky upozaděn. Ačkoliv základní principy konstrukce vojenských vozidel zůstávají zachovány, dochází v této oblasti k neustálému pokroku. Po úvodním rozdělení současných vojenských vozidel se tedy práce zaměřuje především na jejich hlavní konstrukční prvky a speciální postavení v rámci platné legislativy.

1 ROZDĚLENÍ VOJENSKÝCH VOZIDEL DLE LEGISLATIVY

Vozidla používaná českou armádou se podle platné legislativy dělí do kategorií bojových, zabezpečovacích a zvláštních vozidel. Každá skupina má v rámci organizace celé armády speciální úkoly, kterým musí být přizpůsobena i jejich konstrukce.

1.1 VOJENSKÁ BOJOVÁ VOZIDLA

U vojenských bojových vozidel je jejich účel zřejmý. Slouží k vedení přímých bojových operací proti nepříteli nebo slouží k výcviku. Dělí se na vozidla na kolovém a na pásovém podvozku. Dále je ještě možné dělení podle nástavby na vozidle, kdy může být užita nástavba se zbraněmi nebo nezbraňová nástavba, která neslouží k boji, ale například pro průzkumné účely. [1] Příkladem této kategorie jsou známá vozidla ve službách české armády, která jsou rozebrána v poslední kapitole.

1.2 VOJENSKÁ ZABEZPEČOVACÍ VOZIDLA

Zabezpečovací vozidla neslouží k vedení přímé bojové činnosti proti nepříteli, proto zpravidla bývají pancéřovaná a vyzbrojená pouze lehce. Jejich přínosem je zajištění přísunu potřebného materiálu k vozidlům, která jsou k přímému boji určena. Dělení do dalších podskupin je kvůli rozmanitosti složitější než u bojových vozidel. [1] Nejhojněji jsou v naší armádě zastoupeny vozy Tatra hlavně v modelech 815 a 810, kterou lze vidět na Obr. 1. Jsou zde využívány v různých přestavbách.

Obr. 1 Tatra T810 se skříňovou karoserií [46]

1.2.1 VOJENSKÁ VOZIDLA, KTERÁ MAJÍ MAXIMÁLNĚ 4 KOLA (VL)

Zde dochází k dělení do dalších skupin podle výkonnosti vozidel. První skupina (VL1) jsou vozidla, jejichž velikost zdvihového objemu ve válcích nepřekračuje mez 50 cm^3 nebo čtyřkolka, jejíž rychlost nepřesahuje 45 km/h a jejíž hmotnost se standardní výbavou není větší než 350 kg. Další kategorie (VL2) zahrnuje motorky, které přesahují zdvihový objem ve válcích 50 cm^3 nebo u kterých maximální rychlost přesahuje hranici 45 km/h. Poslední kategorií (VL3) jsou tříkolová nebo čtyřkolová vozidla, která přesahují limity VL1, avšak hmotnost se standartní výbavou nesmí přesahovat limit 400 kg nebo při přepravě materiálu nesmí přesáhnout limit 600 kg. [1]

1.2.2 VOZIDLA URČENÁ K PŘEPRAVĚ OSOB (VM)

Jsou to vozidla s vlastním pohonem. Tato kategorie se dále dělí podle počtu osob, které jsou vozidla schopná přepravovat (nepočítá se místo řidiče) a dále podle jejich hmotnosti. Kategorie VM1 jsou malá vozidla, která jsou schopná přepravit maximálně 8 osob. VM2 jsou schopná přepravovat více než 8 osob, avšak jejich hmotnost nepřesahuje 5000 kg. V kategorii VM3 vozidla překračují hranici 5000 kg. [1]

1.2.3 VOJENSKÁ VOZIDLA S VLASTNÍM DRUHEM POHONU (VN)

Podkategorie VN1 až VN3 se odlišují hmotností, kdy VN1 nepřesahuje hranici 3500 kg, zatímco pro zařazení do kategorie VN3 je nutné překročit hranici 12000 kg. Do této skupiny zároveň patří vozidla uzpůsobená k vykonávání specifických prací nebo vozidla určená k tažení dalších zařízení, která nemají vlastní pohon. [1]

1.2.4 DALŠÍ KATEGORIE

Dále do kategorie zabezpečovacích vozidel patří přípojná zařízení bez vlastního pohonu (VO), která mají různé funkce, jako je doprava materiálu nebo osob. Dělí se podle hmotnosti na další podkategorie. Lze sem zařadit i kategorii traktorů (VT) a jejich přípojná vozidla (VOT). [1]

1.3 VOJENSKÁ ZVLÁŠTNÍ VOZIDLA

Zde lze zařadit vozidla, která slouží ke speciálním pracím v rámci ozbrojených sil. Rozdělují se podle podvozku na kolová a pásová. Na Obr. 2 lze vidět komplet BOŽENA 5, který je dálkově ovládaný a slouží k odminování terénu. Patří sem i kategorie záchranářských vozidel, která se rovněž dělí na kolová a pásová. [1]

Obr. 2 Komplet BOŽENA 5 ve službách české armády [47]

2 ROZDĚLENÍ BOJOVÝCH VOZIDEL

Vojenská bojová vozidla jsou konstrukčně složitá. Jsou kladeny vysoké požadavky na průchodnost, ochranu posádky nebo na kvalitní výzbroj. Dělí se podle konstrukce a podle druhu úkolů, ke kterým jsou využívány. Kvůli lepší průchodnosti a obratnosti v terénu se vozidla vybavují spíše pásy, to však není pravidlem. V této kapitole jsou rozebrány základní kategorie bojových vozidel.

2.1 TANK

Nejznámější a také největší skupinou jsou tanky. Jejich historie začíná v období první světové války, kdy byl na britské straně vytvořen první tank Mark I, který i přes velké konstrukční nedostatky protivníka překvapil. Velitelé obou stran v těchto vozidlech spatřovali velký potenciál, proto se vozidla této konstrukce vyskytla i na německé straně a až do konce války docházelo k jejich vylepšování. Další významný rozvoj přišel s druhou světovou válkou, kdy se v rukách německých plánovačů tank přeměnil na velice účinnou zbraň. Na jejich mobilitě a rychlosti v boji založili celou svoji válečnou strategii.

2.1.1 M1 ABRAMS

Jde o legendární tank, který tvoří páteř dnešní americké armády. Najdeme jej také ve výzbroji států jako je Austrálie, Saudská Arábie či Egypt. Státy NATO jej kvůli vysoké ceně nepoužívají. Abrams je vybaven kanónem M256, který je odvozen od kanónu německé firmy Rheinmetall. V konstrukci najdeme několik zvláštností. Například pohon není zajištěn motorem, jak je zvykem, ale plynovou turbínou. Tank je tedy svižnější a má lepší zrychlení, ale také vyšší spotřebu. Další výhodou je pancíř z ochuzeného uranu, který má výrazně vyšší odolnost. [2]

Obr. 3 Tank M1 Abrams australské armády [53]

2.1.2 CHALLENGER 2

Tank byl zaveden do výzbroje armády Velké Británie v roce 1998. Dále je využíván pouze v armádě Ománu. Důvodem je kanón, který používá drážkování hlavně, tedy není možné, aby fungoval na jednotné střelivo NATO. Jde ale o konstrukčně velice vyspělý tank, který se vyznačuje právě výkonným dělem a silnou ochranou osádky. V současné době se připravuje modernizace. [2]

2.1.3 MERKAVA

Jde o izraelský tank, který je přizpůsobený přesně potřebám tohoto malého státu. Je zde kladen velký důraz na ochranu posádky. Celá konstrukce je velice nekonvenční. Věž je posunuta mírně dozadu kvůli motoru, který je umístěn vepředu a má za úkol absorbovat střely, které jdou z této strany. V přední části je pancíř zkosen pod úhlem, aby došlo k odražení střel. Další výhodou je také možnost přepravy vojáků a materiálu. Tanky Merkava procházejí neustále vývojem, zatím nejmodernější model byl nasazen v roce 2004. [3]

2.1.4 LEOPARD 2

Německý Leopard 2 patří v dnešní době k nejrozšířenějším tankům. Ve výzbroji ho má kromě Německa také velké množství členských států NATO (Kanada, Dánsko, Nizozemí, …), ale také některé neutrální země jako Finsko, Švédsko či Švýcarsko. Jde o tank, který je neustále vyvíjen a vylepšován. Jeho výzbroj tvoří 120 mm dělo z dílny firmy Rheinmetall a 2 kulomety MG3 ráže 7,62 mm. Jelikož jde o velice rozšířený tank, tak v různých úpravách slouží k více možným úkolům, například boj ve městě. Členové osádky mají k dispozici také zařízení pro činnost v noci. Velkou výhodou je silný a konstrukčně dobře řešený pancíř, kvůli kterému je vozidlo velice těžké, tedy musí být vybaveno silným motorem s větší spotřebou. [4]

Obr. 4 Tank Leopard 2 [52]

2.1.5 T-90

Jde o ruský tank, který vývojově vychází z tanku T-72, ze kterého je vyvinut také hlavní tank české armády, a s věží z T-80. T-90 je koncipován pro tříčlennou posádku a celkově je menší a lehčí než jeho konkurenti z řad zbraní NATO. Jeho ochrana se skládá ze tří stupňů. Prvním je ochranný pancíř, druhý stupeň je výbušný reaktivní pancíř, který funguje na principu umístění výbušniny mezi dva ocelové pláty, která při zásahu exploduje a tím zmenší kinetickou energii výbuchu střely. Třetím stupněm jsou rušící zařízení, která dokáží neutralizovat většinu moderních systémů řízení střelby. Díky své lepší obratnosti a také nižší ceně je dnes tank T-90 komerčně nejúspěšnějším tankem na trhu. [5]

2.2 SAMOHYBNÉ DĚLO

Samohybná děla měla dříve jednoznačné dělení na kanón nebo houfnici. Kanón charakterizuje delší hlaveň, tedy vyšší úsťová rychlost střely, a používá se pro přímou palbu na vzdálený cíl. Houfnice má kratší hlaveň a využívá se pro nepřímou palbu. V současné době je dělení značně zkomplikované, protože se často používají houfnice s delší hlavní, které jsou schopné vést i efektivní přímou palbu. [6]

Hlavním využitím samohybného dělostřelectva je palebná podpora pro pozemní jednotky. Největší požadavky jsou kladeny na zbraňový systém. Samohybná děla se neúčastní bezprostředních bojů, není zde tedy nutný tak silný pancíř jako u tanků, se kterými je lze kvůli podobnému vzhledu zaměnit. Ve většině případů děla nedisponují plně otočnou věží. Velká většina těchto vozidel je vybavena pásovým podvozkem, avšak najdou se i výjimky jako například houfnice DANA vz. 77, kterou disponuje česká armáda.

Obr. 5 Kanónová houfnice DANA vz. 77 [56]

2.3 OBRNĚNÝ TRANSPORTÉR

Vozidlo konstruované hlavně pro přesun vojenských sil. Důležitý je stupeň ochrany přepravovaných vojsk a také vysoká průjezdnost vozidla, proto bývá stavěn většinou na pásovém podvozku. Transportér bývá často vybaven kulometem nebo nástavbami pro upevnění zbraní pěchoty. V některých případech je ochrana vozidla zajištěna osádkou, která může střílet přímo z vozidla. Je možná také varianta s protitankovými, popřípadě i protiletadlovými střelami. V současné době funkce obrněného transportéru z armád mizí. Nahrazují je bojová vozidla pěchoty, která jsou lépe vyzbrojená. [7]

2.4 BOJOVÉ VOZIDLO PĚCHOTY

Bojové vozilo pěchoty (BVP) slouží ve výzbrojích armád stejně jako obrněné transportéry k přesunu jednotek. Rozdíl mezi nimi je ve větší vyzbrojenosti BVP, která by měla být schopná vést samostatný boj, tedy mít zabudovaný zbraňový systém nebo možnost nést řízené střely. Oproti obrněným transportérům mají vyspělejší také balistickou ochranu osádky. Dnes jsou ve výzbroji armád BVP z větší míry na pásových podvozcích, ale lze se setkat i s vozidly kolovými. [8]

Většina BVP je konstruována tak, že zvládnou i lehčí brodění. Jde tedy o typ vozidla, který je na bojišti velice univerzální, proto mu je ve vývoji současné armádní techniky věnován velký prostor.

Obr. 6 Bojové vozidlo pěchoty BVP-1 [48]

2.5 OBOJŽIVELNÁ VOZIDLA

Využití obojživelných vozidel se naplno ukázalo za 2. světové války v bojích v Pacifiku. Při bitvách o ostrovy bylo důležité vojsko dopravit na břeh a tam poskytnout náležitou podporu pro vytvoření předmostí. V amerických řadách hrála výraznou roli pásová vozidla LVT, která prošla během války mnoha obměnami. Pohon ve vodě zajišťovaly hliníkové lopatky připevněné na pásové články, které se při pohybu na souši snímaly. Řízení se realizovalo pomocí rozdílných rychlostí pásu. Moderní obojživelná vozidla jsou samozřejmě vybavena výkonnějšími zbraňovými systémy a pohyb ve vodě je možný pomocí lodních šroubů nebo vodních turbín. Vozidla se tedy pohybují rychleji a řízení je snadnější. Dnes se vyrábí jak v kolové, tak v pásové podobě. Pro obojživelné účely jsou upravena také bojová vozidla pěchoty. [9]

3 VÝHODY A NEVÝHODY PÁSOVÉHO A KOLOVÉHO PODVOZKU

Debaty o druhu podvozku se vedou už dlouhou dobu. V současné době míru, kdy máme velmi hustou a kvalitní silniční síť, se dá nabýt dojmu, že vozidla se mohou všude a snadno dostat, nastal tedy rozmach kolových podvozků. Jaká je realita vlastně ani nevíme, jelikož vojenská cvičení probíhají na místech k tomu určených a na místa, kde by se v případné válce opravdu bojovalo, se kvůli zachování zemědělské půdy nesmí. V případném konfliktu by ale mohlo dojít ke zničení komunikací, což by zvýhodňovalo pásové podvozky. [10]

3.1 PÁSOVÝ PODVOZEK

Pásový podvozek se používá u vozidel, která jsou v přímém bojovém kontaktu s nepřítelem. Často bývají vybavena těžkým opancéřováním a výkonnými zbraněmi, které jsou pro bezprostřední boj velice důležité. Přednosti pásového podvozku se projeví hlavně v těžkém terénu.

Pásový podvozek má oproti kolovému velké a zásadní výhody. Díky své konstrukci zvládne těžší terén od bahnitých cest až po zákopy, příkopy nebo lehké překážky vytvořené nepřítelem. Jeho masivnější provedení zajišťuje vyšší odolnost vůči zásahu, což se v boji velice hodí. Další výhodou je systém zatáčení, kdy nejsou třeba rejdová kola, která jsou prostorově výraznější, díky tomu je zde uspořen prostor, který lze využít k přepravě vojska, materiálu nebo k celkovému zmenšení siluety vozidla. [7]

Kromě výrazných výhod mají pásy také značné nevýhody. Při pohybu po komunikacích jsou výrazně hlučnější a mají větší hmotnost než kolové podvozky. Kvůli své větší hmotnosti a žebrování ploch na styku silnice a pásu dochází k ničení vozovek. Pásy nemají na silnici tak dobré jízdní vlastnosti jako v terénu. V jejich konstrukci dochází také k větší ztrátě energie, tedy je nutný silnější pohon a s ním i spojená vyšší spotřeba paliva. [7]

3.2 KOLOVÝ PODVOZEK

Zpočátku platilo, že kolové podvozky byly vhodné pouze pro lehčí vozidla, která nebyla v přímém bojovém kontaktu s nepřítelem. Bylo to dáno tím, že kola mají menší průchodnost a u těžších vozidel by byl pohyb v terénu velice komplikovaný. Díky stále zkvalitňující se infrastruktuře se toto zavedené schéma začíná nabourávat a vznikají kolové obrněné transportéry, které se svojí výzbrojí mohou rovnat vozidlům na pásech. Toto okouzlení koly je dáno hlavní výhodou kolových podvozků a tou je vyšší rychlost na silnici, tedy i lepší mobilita vozidel. [11]

Konflikt větších rozměrů by ovšem vedl ke zničení silnic, bojovalo by se i v těžkém terénu. Tato myšlenka vedla k zavedení osmikolového podvozku, na kterém jsou postaveny moderní obrněné transportéry. V současné době se většina armád drží zavedeného schématu, kdy se používají kola pro lehká a částečně střední vozidla a pásy u tanků a jiných bojových vozidel větší hmotnostní kategorie. [7] [10] [11]

4 ZÁKLADY KONSTRUKCE PÁSOVÉHO PODVOZKU

Pásový podvozek je základ každého bojového pásového vozidla. Je zde více možných konstrukčních řešení, zde je rozebráno klasické řešení, které je používáno nejčastěji.

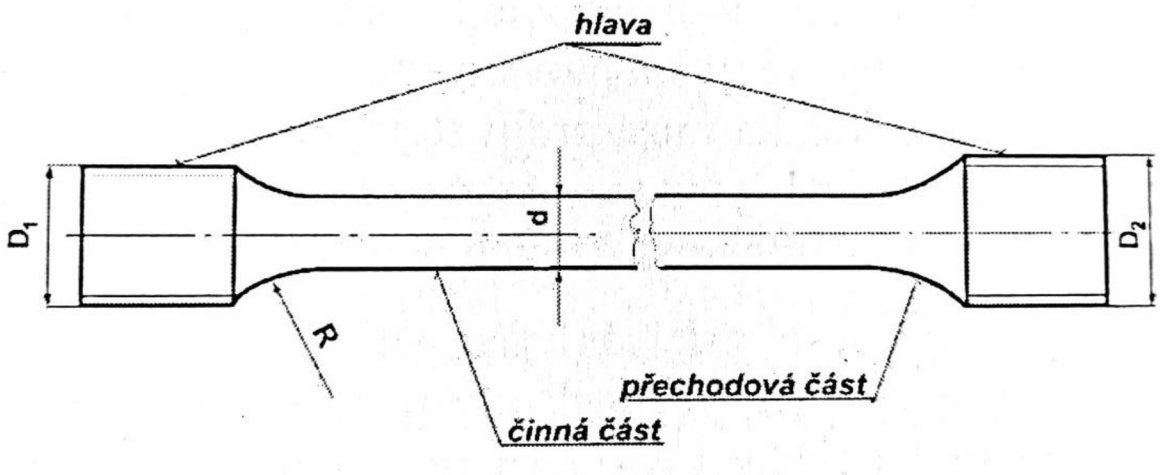
4.1 ZÁVĚSNÉ ÚSTROJÍ

Závěsné ústrojí slouží k převedení vlastní váhy vozidla na podložku. Dobrým konstrukčním uspořádáním zajišťujeme menší kmitání ve vozidle. Pásová vozidla jsou specifická svojí lepší průchodností terénem než kolová. V konstrukci je nutné správně umístit tlumiče a pružiny. [12]

Na každé vojenské vozidlo jsou kladeny speciální požadavky, to stejné platí i u závěsných ústrojí. Je důležité, aby váha celého podvozku byla minimální. U závěsného ústrojí je také kladen velký důraz na snadnou možnost mazání, celkové údržby a opravy všech součástí. [12]

4.1.1 PRUŽINY

U pásových bojových vozidel se nejčastěji k odpružení používá torzní tyč. Je to tyč, která spojuje vahadlo a korbu vozidla. Při zatížení se kroutí o hodnotu, která nesmí překročit mez pružnosti, jinak by došlo k přetížení materiálu a následnému plastickému poškození tyče. Po odstranění zatížení se materiál vrací do své původní polohy a tím dosáhneme pružících účinků. Pro nejlepší konstrukci je vhodné, aby přechodová část byla co nejmenší, naopak nejdelší by měla být část činná, která zajišťuje samotné odpružení. [12]



Obr. 7 Schéma torzní tyče [12]

U moderních bojových vozidel už se nesetkáme s listovými ani s vinutými pružinami, které byly použity například u sovětského tanku T-34. V omezené míře se lze setkat s pružinami

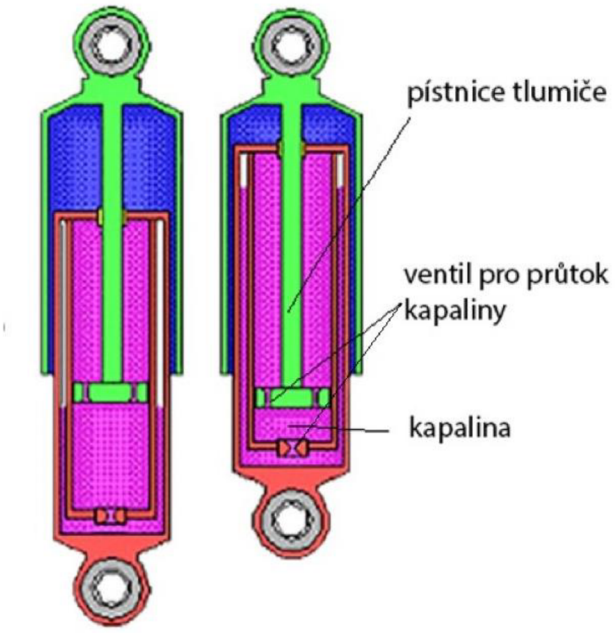
pryžovými. Poslední dobou jsou stále se rozšiřujícím fenoménem hydropneumatické jednotky, která pracují na principu nestlačitelnosti kapaliny a stlačitelnosti plynu. Čím více je plyn stlačený, tím větší je jeho tlak a rezistence proti dalšímu stlačování, díky čemuž funguje jako pružina. Tento typ se používá hlavně u novějších bojových vozidel, např. u tanku americké armády M1 Abrams. [12]

4.1.2 VAHADLA

Vahadlo slouží k zajištění spojení mezi korbou a pojezdovým kolem. Jeho základní konstrukce je velice jednoduchá a vychází ze tří součástí. Dva čepy mají za úkol spojení s náležitými částmi vozidla (kolo, korba) a třetí součást zajišťuje spojení mezi nimi. Aby nedocházelo k nebezpečnému namáhání pružiny přílišným vychýlením vahadla, jsou instalovány omezovače zdvihu a kvůli nebezpečí ohybu také omezovač ohybu. Je nutné, aby se vahadlo nepohybovalo v axiálním směru, proto je ve skříni vozidla zajištěno ložisky. [12] [13]

4.1.3 TLUMIČE

V konstrukci pásového vozidla má tlumič za úkol utlumit kmitání vozidla, které vzniká například při přejezdu přes nerovnost nebo při výstřelu z kanónu. Tlumící síla tedy vždy musí působit proti síle od pružiny. Tlumiče lze rozdělit podle principu konstrukce na mechanické a hydraulické. V současné době používáme více hydraulické, které mohou být začleněny do hydropneumatických jednotek, je tedy kladen důraz na součinnost tlumiče s pružinou. [13]

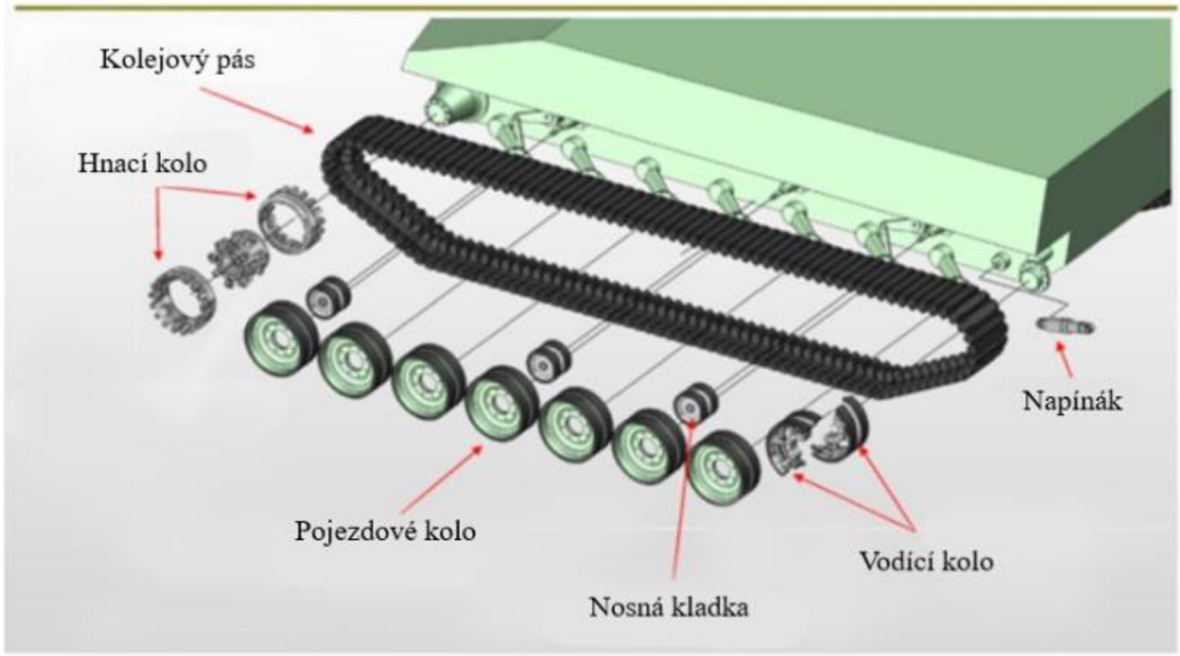


Obr. 8 Princip funkce hydraulického tlumiče [49]

Princip funkce je patrný z Obr. 8. Při najetí na nerovnost se pístnice zasouvá do těla tlumiče, čímž vytlačuje kapalinu, která musí projít škrtícími ventily. Při průchodu kapaliny ventilem vzniká odporová síla, kterou využíváme právě pro tlumení. Při opačném pohybu kola tlumič funguje na stejném principu, akorát kapalina prochází škrtícími ventily opačně, což má za následek pomalejší pohyb pístnice směrem nahoru. [13]

4.2 PÁSOVÉ POHYBOVÉ ÚSTROJÍ

Pásové pohybové ústrojí zajišťuje pohyb vozidla. Další funkcí je rozložení váhy vozidla tak, aby byl možný průjezd všemi druhy terénů. Při konstrukci pásového ústrojí je nutné, aby podvozek nebyl zbytečně těžký, ale aby byl natolik kvalitní, že zvládne průjezd těžkým terénem. Zároveň by měla být snadná jeho oprava v případě poruchy či poškození v boji. [13]



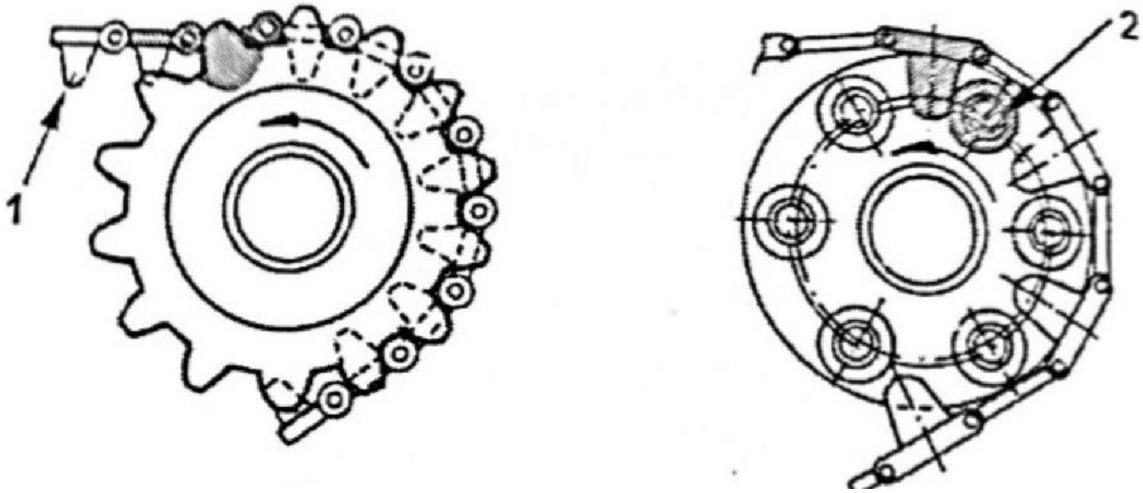
Obr. 9 Schéma pásového pohybového ústrojí [50]

4.2.1 HNACÍ KOLO

Hnací kolo je nejdůležitější částí pásového pohybového ústrojí u zmíněných vozidel. Přenáší moment od motoru a převádí ho pomocí ozubení, které je na vnějším průměru kola, na pohyb pásu, který hýbe se samotným vozidlem. Hnací kolo je pro převod momentu vybaveno ozubením, do kterého se mohou dostat nečistoty. Je tedy důležité tuto součást udržovat v rámci možností čistou a v případě opotřebení ji vyměnit. Z tohoto důvodu by mělo být pro výrobu této komponenty využito lepších materiálů. [13] [14]

Ke správné funkci hnacího kola je potřeba součinnost s kolejovým pásem. V současné době se používají dvě možnosti. Na Obr. 10 vidíme konstrukci cévového záběru, kde zuby zachytávají jednotlivé články a zabírají o ně. Tuto konstrukci je možné vidět u těžkých

vozidel. Druhou možností je použití hřebenového záběru, kdy zuby, které jsou na pásovém článku, zabírají tím, že zapadají do konstrukce hnacího kola. Dnes je více používaná technologie cévového záběru. Hřebenový záběr se používal spíše v minulosti, můžeme ho vidět například na sovětském tanku T-34. [13]



Obr. 10 Cévový (vlevo) a hřebenový (vpravo) záběr hnacího kola a pásu [12]

4.2.2 KOLEJOVÝ PÁS

Hlavním úkolem pásu je zajistit rozložení hmotnosti vozidla na podložku a kvalitní záběr. Jak bylo zmíněno výše, pro správnou funkci je důležitý kontakt kolejového pásu a hnacího kola. V konstrukci by mělo kolo dokonale obepínat pás, aby byl rovnoměrný záběr a nedocházelo k jeho rozkmitání. Dále by mělo být zajištěno, aby nedošlo ke spadení pásu. [13]

Kvůli velké různorodosti je možné dělení podle mnoha kritérií. Za hlavní lze považovat rozdělení na pásy článkové a bezčlánkové. U moderních vozidel se častěji používají článkové pásy, které se vyznačují snadnou údržbou, kdy lze vyměnit pouze poškozený článek, aniž by se musel z pohybového ústrojí sundávat celý pás. Nevýhodou je horší obepnutí hnacího a vodícího kola. Bezčlánkové pásy zajišťují celistvé obepnutí pohybového ústrojí a zajišťují tak i kvalitnější obepnutí kola hnacího. Bohužel komplikace nastávají při opravách, které nejsou tak snadné a je nutné většinou sundávat celý pás. [13] [14]

4.2.3 POJEZDNÁ KOLA

Využití pojezdných kol je v rozložení hmotnosti vozidla na pás. Výhodnější je mít více kol, aby hmotnost byla rozložena co nejrovnoměrněji, a tím se zvětšuje i celková průchodnost vozidla těžkým terénem. [13]

4.2.4 NOSNÉ KLADKY

Nosné kladky slouží k podpěře horní větve pásu tak, aby nemohlo dojít k jeho prověšení, či k jeho kmitání. Jejich využití se nabízí u vozidel, která jsou konstruována k vyšším rychlostem a možnost rozkmitání pásu je zde vyšší. Nosné kladky lze najít u většiny moderních bojových vozidel. [13] [14]

4.2.5 VODÍCÍ KOLO

Vodící kolo je v konstrukci na opačné straně podvozku než kolo hnací. Jeho hlavním úkolem je zajištění přímého směru při pohybu pásu. Není zde nutné ozubení, které by pouze zachytávalo nečistoty, proto nemusí být použit tak kvalitní materiál pro jeho výrobu. Vodící kolo právě kvůli těmto vlastnostem nevyžaduje tak důkladné údržby jako kolo hnací. Slouží také k celkovému správnému napětí pásu. [14]

4.2.6 NAPÍNACÍ ÚSTROJÍ

Napínací zařízení v pásovém ústrojí určuje ideální napnutí pásu vozidla. Ideální napětí na pásu se mění s terénem, kterým vozidlo projíždí. Proto by napínací ústrojí mělo zajišťovat i možnost regulace. Zde dochází k dělení podle základní konstrukce na ústrojí mechanická a hydraulická, kdy více využívaná je konstrukce mechanická. Hydraulické ústrojí se standardně používá u vozidel vybavených hydropneumatickou jednotkou. [13]

5 ZÁKLADY KONSTRUKCE KOLOVÝCH VOZIDEL

Kolová vozidla se využívají v moderních armádách stále častěji kvůli své mobilitě. Jedná se o vozidla, na která jsou kladeny požadavky na výkon motoru. Zároveň by ale neměla být konstrukčně složitá, aby byla jejich oprava snadná a nenákladná. V této kapitole jsou rozebrány základní jednotky konstrukce vojenských vozidel ve službách české armády.

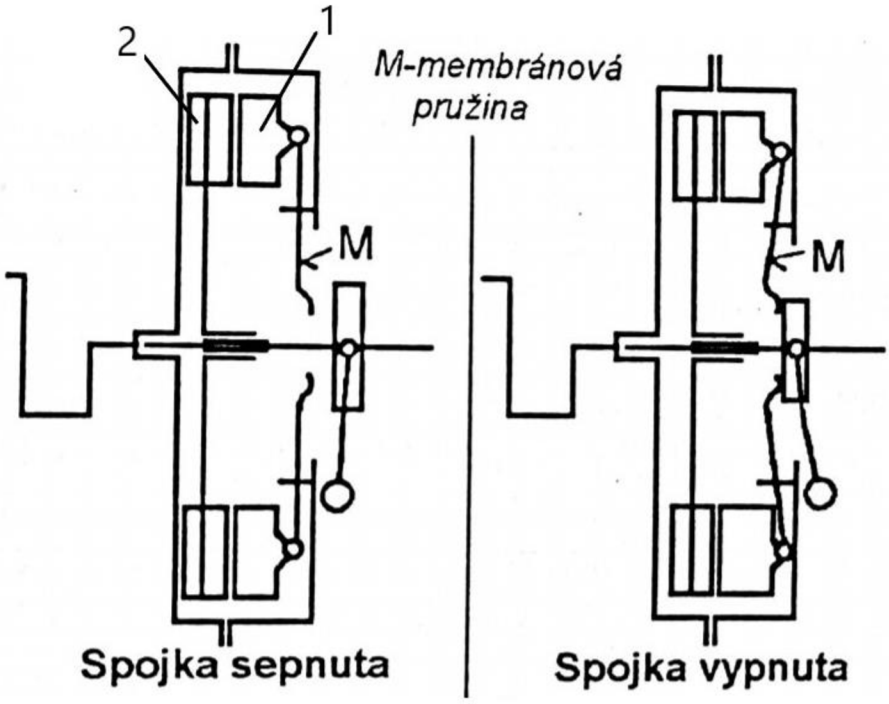
5.1 PŘEVODOVÉ ÚSTROJÍ

Zařízení, které slouží k pohánění náprav od motoru. Je nutné, aby zde docházelo k co nejmenším ztrátám energie a aby bylo možné v případě potřeby odpojit pohon od náprav. V této kapitole jsou rozebrány základní komponenty převodového ústrojí.

5.1.1 SPOJKY

Spojky se v převodovém ústrojí používají k přerušení spojení mezi motorem a hnanými nápravami. Umožňují plynulý rozjezd nebo možnost přeřadit mezi rychlostními stupni. U základních armádních vozidel, jako jsou lehká terénní vozidla nebo nákladní vozidla od firmy Tatra, se lze setkat nejčastěji s mechanickou třecí spojkou s membránovou pružinou. Pro přenos kroutícího momentu je důležité tření mezi hnací a hnanou částí spojky, které musí být tak silné, aby byl moment bezpečně přenesen. Na Obr. 11 vidíme schéma činnosti membránové spojky. V sepnutém stavu je přítlačná síla hnací (1) a hnané (2) části realizována membránovou pružinou. Pokud potřebujeme spojení přerušit, stlačíme pružinu v prostřední části, čímž dojde k přerušení kontaktu. Výhody této technologie jsou snadnější konstrukce a menší velikost. Membránová pružina vzhledem ke svému tvaru zajišťuje, že přítlačná síla při vypínání klesá lineárně a vypínací síla je malá. Tyto faktory jsou příznivé pro cit řidiče. [15] [16]

Spojky jsou ovládány pedály. Pomocí jednoduchého mechanismu je pohybováno s pístem kapalinového válce, ten dále hýbe s kapalinou, která je přesouvána do posilovače, který zpravidla bývá vzduchový. Tímto je měněn tlak v posilovači a tento tlak vzduchu vyvíjí konečnou sílu na vidlici a ta následně pohybuje se spojkovým ložiskem. [15]

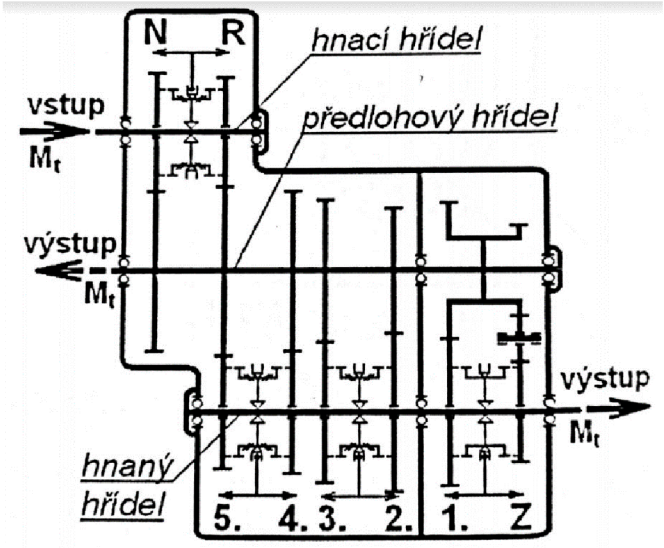


Obr. 11 Základní schéma činnosti membránové spojky [16]

U vozidel Pandur nebo Humwee je přenos vykonán hydrodynamickými měniči točivého momentu. Styk mezi hnací a hnanou částí není mechanický, ale hydraulický. Zajišťuje ho kinetická energie kapaliny. Měnič se skládá z čerpadla, to je poháněno od motoru a turbíny, která je spojena s převodovkou. Čerpadlo se roztáčí a vytváří na kapalinu odstředivou sílu. Na okraji čerpadla kapalina přetéká do turbíny, která je touto silou roztáčena. Čím rychleji se čerpadlo točí, tím větší moment je spojkou přenášen. Výhodou je snadná manipulace bez hrozby zničení neodbornou obsluhou. Mezi nevýhody naopak patří větší ztráty měniče nebo nutnost chladit kapalinu, která se při provozu zahřívá. [17] [18]

5.1.2 PŘEVODOVKY A PŘÍDAVNÉ PŘEVODOVKY

Převodovka bývá zpravidla umístěna mezi spojkou a přídavnou převodovkou. Hlavním úkolem daného komponentu je měnit kroutící moment podle otáček motoru. Dále umožňuje automobilům pohyb vzad. U vozidel armády ČR je nejčastěji používána převodovka mechanická tříhřídelová s ozubenými koly, která umožňuje velký rozsah převodů. U lehkých terénních automobilů typu Land Rover Defender je klasické provedení s hnacím a hnaným hřídelem na jedné ose rotace. Předlohový hřídel je poháněn hnacím hřídelem. Podle počtu převodů je na něm umístěn i počet ozubených kol různých velikostí, která pohání hřídel hnaný. Na Obr. 12 vidíme kinematické schéma převodovky Tatry 815, která používá dvouskupinovou převodovku, kdy se jeden ze dvou předřazených převodů aktivuje už na hnací hřídeli. Kroutící moment je přenášen přes předlohový hřídel až na hřídel hnaný. Není zde tedy možný přímý záběr. Dvouskupinové převodovky jsou tedy schopné nahradit redukční přídavné převodovky. [15] [16]



Obr. 12 Kinematické schéma převodovky Tatra 815 [15]

Přídavná převodovka se do vozidel montuje za účelem zvýšení rozsahu převodových stupňů. Může být přímou součástí převodovky vozidla nebo ji lze umístit až za ni. U vojenských aut předpokládáme, že se budou pohybovat těžkým terénem, proto se zde uplatní zvětšení počtu převodových stupňů při pomalé jízdě, tedy redukční přídavná převodovka. U aut s více nápravami se používá i rozdělovací převodovka, která mezi nimi rozděluje kroutící moment. [15]

5.1.3 DIFERENCIÁLY

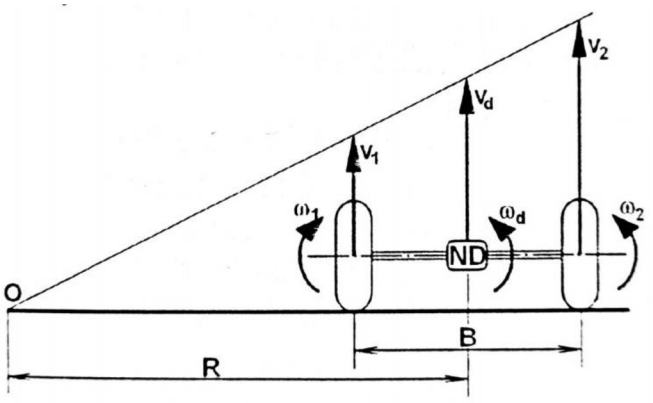
Účelem diferenciálu v převodovém ústrojí je možnost rozdílných otáček dvou poháněných kol na nápravě. Využití je při průjezdu zatáčkami, kdy díky redukci otáček na vnitřním kole a zvýšení na kole vnějším nedochází k poškození pneumatik nebo namáhání hřídelů a auto je lépe ovladatelné. Pro výpočet diferenciálu se používají kinematické rovnice. [16]

$$\omega_1 + \omega_2 = \omega_d \,, \tag{1}$$

$$v_1 + v_2 = v_d \,, \tag{2}$$

$$n_1 + n_2 = n_d \,, \tag{3}$$

V rovnici (1) platí, že ω_1 a ω_2 jsou úhlové rychlosti na vnitřním a vnějším kole, ω_d je úhlová rychlost klece diferenciálu. V rovnici (2) u v_1, v_2 jde o postupnou rychlost kol a v_d je rychlost klece diferenciálu. U rovnice (3) jsou n_1, n_2 otáčky kol, n_d jsou otáčky klece diferenciálu. Názorná ukázka smyslu daných symbolů viz Obr. 13. [16]



Obr. 13 Kinematický výpočet diferenciálu [16]

Podle konstrukce ozubených kol lze diferenciály dělit na kuželové a čelní. Kuželové využívají terénní vozidla nebo bojové vozidlo pěchoty Pandur. Diferenciál s čelním ozubením se používá u nákladních vozidel firmy Tatra, ale není to pravidlem u každého. Obě technologie jsou dnes používány u osobních automobilů i terénních tahačů. Bývají velice účinné a vyznačují se také velkou únosností. Nápravové diferenciály se umísťují v rozvodovkách u každé poháněné nápravy. U vozidel, které mají poháněných náprav více, s čímž se u vojenských vozidel často setkáváme, jsou nutné i mezinápravové diferenciály, které zajišťují možnost rozdílných otáček na diferenciálech nápravových. [15] [16] [17]

5.2 PODVOZEK

V této části jsou rozebrány nápravy a jejich odpružení. Nejčastější řešení odpružení u lehkých terénních automobilů vozidel Armády České republiky je pomocí klasických vinutých pružin, které jsou na nápravu uchyceny u jednotlivých kol. Jde o konstrukci, která je běžná u osobních vozidel. Tyto pružiny jsou nejčastěji využívány ve spojení s kapalinovými tlumiči. U terénních nákladních automobilů, které mají více než 4 nápravy je řešení jiné. Ve verzích 6x6 je odpružení přední řiditelné nápravy řešeno znovu vinutými pružinami nebo u těžších nákladních vozidel torzními tyčemi. Na zadní dvojici náprav je použita technologie listových pružin. Jde o několik listů per naskládaných nad sebe, která jsou připojena každým koncem k jedné z dvojice náprav. Pružící účinek je zajištěn ohybem těchto per a vracením zpět do původní polohy. U těžkých vozidel ve verzi 8x8 je obvyklé listové odpružení i na přední řiditelné dvojici náprav. Tato technologie má výraznou výhodu, že je levná a výrobně jednoduchá. [15]

Náprava na vozidle slouží k zavěšení kol a přenosu sil mezi kolem a vozidlem. Podle konstrukčního provedení se nápravy dělí na tuhé a výkyvné. Tuhé nápravy se v dnešní době používají méně a můžeme se s nimi setkat u lehčích terénních vozidel. Více využívané jsou nápravy výkyvné, jejichž zavěšení kol je na sobě nezávislé, každé kolo může být jinak vyklopené, tedy je zajištěn kvalitnější kontakt s podkladem a lepší jízdní vlastnosti. Na Obr. 14 vidíme vozidlo T-815 s výkyvnou kyvadlovou nezkrácenou nápravou, jejíž konstrukce je u kopřivnické Tatry hojně využívána. Náprava je přímo napojena na páteřový rám a není nijak zkrácená. Její výhoda je, že kola lze více vyklopit oproti nápravě zkrácené a vozidla jsou schopna překonat těžší překážky. [15] [16]

Obr. 14 Tatra 815 v těžkém terénu [51]

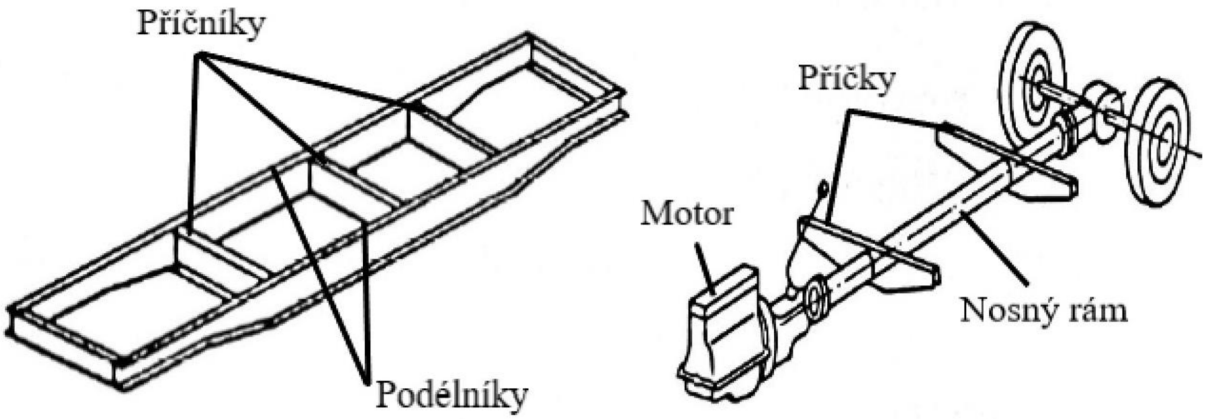
U obrněných vozidel jsou často využívány nápravy lichoběžníkové. Náprava je umístěna na dvou ramenech, kdy je horní rameno kratší a spodní delší. Výhodou je opět menší výkyv kola a menší působení gyroskopického momentu. Od lichoběžníkové konstrukce je odvozena náprava McPherson, využívána u kolových obrněných vozidel. Na rozdíl od lichoběžníkové konstrukce je horní rameno šikmé a je na něj uchycen tlumič, náprava tedy zabírá menší prostor. [16]

5.3 KAROSERIE A RÁMY

Karoserie je hlavní částí vozidla, ve které jsou uloženy všechny důležité komponenty. Měla by být kvalitní, chránit osádku, být efektivní při plnění požadovaných úkolů a pro vojenská vozidla také platí, že karoserie musí zabránit zanechávání tepelné stopy a zajistit co nejlepší siluetu vozidla, aby bylo nenápadné. Podle vztahu k podvozku dělíme karoserii na podvozkovou, polonosnou a samonosnou. Osobní automobily hojně využívají právě samonosnou karoserii, která nemá nosný rám. Nachází se také u vojenských bojových vozidel, kde celou karoserii tvoří pancéřová korba. Je zde výhoda celistvosti karoserie, a tedy větší odolnost. [13]

U vozidel, která se přímo neúčastní bojů není důvod používat samonosnou karoserii. Jako nosný prvek je zde využit rám, který by měl být co nejlehčí a zároveň velice tuhý, aby nedocházelo k ohybům. Druhů rámů existuje velké množství, ale všechny vycházejí z původní konstrukce rámu žebřinového nebo páteřového. Žebřinový rám v dnešní době používá většina terénních automobilů. Jde o jednoduché konstrukční řešení patrné z Obr. 15, kde je celý rám složený ze dvou podélníků a z několika příčníků. Pro vozidla Tatra se využívá výhradně rám páteřový. Ten je tvořen jedním nosníkem a používá se v kombinaci s žebřinovým rámem. Hlavní výhodou je větší odolnost vozidla, kdy jsou důležité komponenty jako je například motor nebo převodové ústrojí uschované v rámové konstrukci.

Nevýhodou je ovšem složitější konstrukce a zhoršuje se i přístup k hlavním komponentům vozidla při opravě. [13]

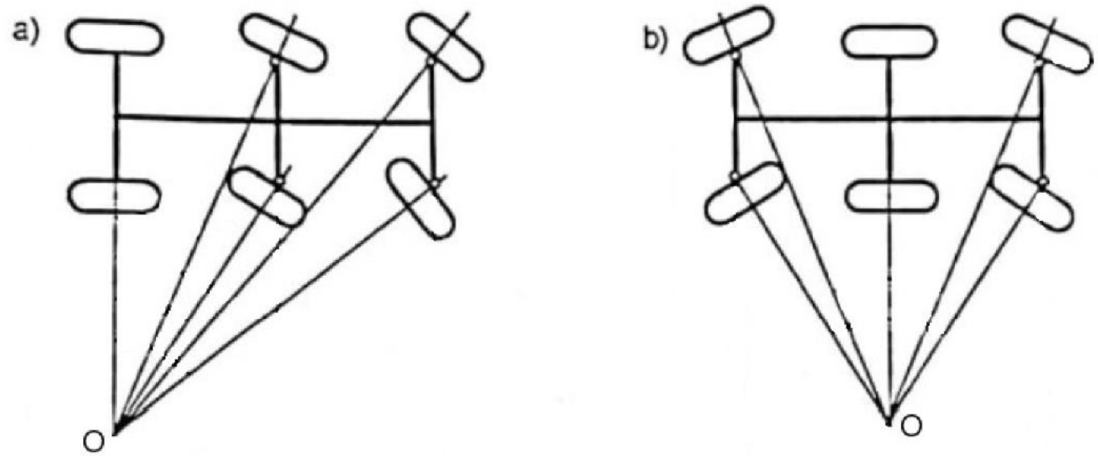


Obr. 15 Ukázka konstrukce žebřinového (vlevo) a páteřového rámu (vpravo) [13]

5.4 Řízení

5.4.1 Teorie řízení

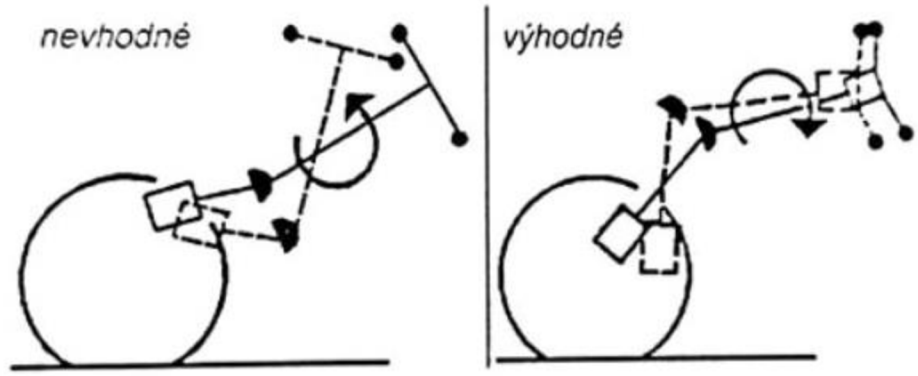
Zatáčení vozidla se dá realizovat několika způsoby. Nejpoužívanější je řízení natáčením dvou a více rejdových kol. U čtyřkolových vozidel je vhodnější řídit přední nápravu. Při ideálním odvalování kol při zatáčení jsou osy rotace jednotlivých kol totožné jako osa zatáčení celého vozidla. Tedy vnitřní kolo by se při průjezdu zatáčkou mělo natočit o větší úhel než kolo vnější. Speciální dvounápravová vozidla, která se používají například pro průzkumné účely, lze řídit pomocí obou řídících náprav, jelikož s vozidly jde poté snáze manipulovat. U třínápravových vozidel závisí na vzdálenosti mezi druhou a třetí nápravou, kdy může být řízena pouze přední náprava, pokud jsou dvě zadní blízko sebe. Pokud jsou nápravy rovnoměrně rozložené po celém vozidle, tak jsou řízeny buď nápravy přední a střední, nebo přední a zadní. Jak lze vidět na Obr. 16, důvodem je, aby se osy rotace kol v ideálním případě protínaly v jednom bodě. U zadních náprav blízko sebe toto můžeme zanedbat. U vozidel se čtyřmi nápravami platí stejná pravidla jako u třínápravových. Závisí zde znovu na jejich rozmístění. Nejběžnějším rozestavením bývají dvě nápravy přední a dvě zadní, kdy řízeny budou pouze přední. [19]



Obr. 16 Možnosti řízení třínápravového vozidla dvěma nápravama [19]

5.4.2 KONSTRUKCE ŘÍZENÍ

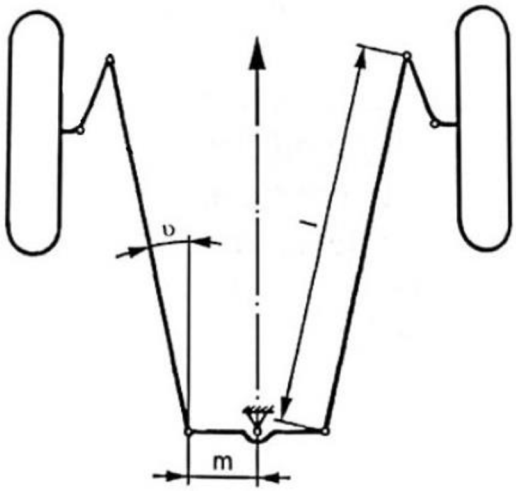
Technologie řízení je z bezpečnostního hlediska jedna z nejdůležitějších částí vozidla a jsou na ni kladeny vysoké nároky. V prvé řadě je nutné zabezpečit správnou konstrukci volantu, tedy aby na něm nebyly nebezpečné hrany a bylo vyloučeno, že se o volant zachytí oděv řidiče. Držení volantu by mělo být pohodlné. Na Obr. 17 je ukázáno, jak by se měl volant zachovat při nárazu. Neměl by se natočit krajem, ale jít proti řidiči celou svojí plochou. [16]



Obr. 17 Vhodná a nevhodná konstrukce volantu [16]

Celá konstrukce řízení se dělí na dvě části, tedy na sloupek řízení a rejdové ústrojí. Součástí sloupku je volant, hřídel volantu, hlavní páka a převodka řízení. Právě převodka nám zajišťuje různé natáčení kol tak, aby docházelo k co nejideálnějšímu odvalování. U osobních automobilů se hojně používá hřebenová převodka, zatímco u těžkých terénních vozidel se setkáváme s převodkou šnekovou, ta je vyráběna v provedení s kolíkem, se dvěma kolíky nebo s kladkou. Jejich hlavní výhodou oproti převodce hřebenové je možnost dosažení většího převodu řízení, tedy síla potřebná na ovládání je menší. [16] [20]

U rejdového ústrojí je nutné vzít v potaz, že se jedná převážně o nákladní vozidla, která mají na sobě nezávislé zavěšení kol, tedy rejdové ústrojí by mělo zajišťovat, aby při pérování nedocházelo k ovlivnění kol, která na sobě nejsou závislá. Tato ústrojí jsou také lichoběžníková. Jejich konstrukce je patrná na Obr. 18. Liší se od klasických ústrojí delšími řídícími tyčemi (l), které mohou být vedeny pod menším úhlem s podélnou osou vozidla a menší pákou řízení (m). [13]



Obr. 18 Rejdové ústrojí u nezávislého zavěšení kol [13]

Z důvodu snížení námahy, kterou musí řidič při zatáčení překonat, se do konstrukce přidává také mechanismus posilového řízení. U vojenských aut výrazně převyšují posilovače kapalinové, které jsou sice dražší, ale jejich výhoda je ve větším tlaku uvnitř soustavy při srovnání s posilovači vzduchovými, ostatní součásti posilovače tedy lze vyrábět o mnoho menší. Další výhodou je větší účinnost. Zdroj energie posilovače je čerpadlo, které je napojené na motor. Další částí je rozdělovací ústrojí, které podle natočení kol řídí množství kapaliny proudící do pracovního válce a ten vytváří pomocnou sílu na volant. [15] [16]

5.5 BRZDNÁ ZAŘÍZENÍ

5.5.1 TEORIE BRŽDĚNÍ

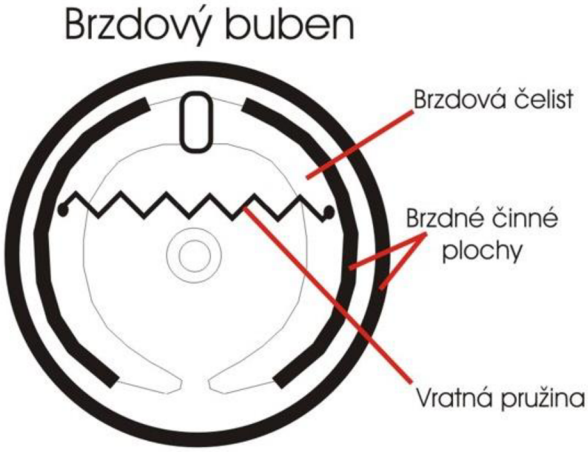
Brždění je proces, při kterém je snižována rychlost vozidla. Za nejvyužívanější platí brzda provozní, která při jízdě zpomaluje vozidlo a co nejúčinněji ho zastavuje. Při selhání brzdy provozní je zde záložní brzda nouzová, jejíž účinnost bývá zpravidla nižší. Ve vozidle se nachází ještě parkovací brzda, která zajišťuje, aby vozidlo při parkování na nakloněné rovině neujelo. Účinky provozních a nouzových brzd se určují na brzdné dráze, což je vzdálenost ujetá od počátku brždění vozidla po úplné zastavení. V současné době je platný předpis

EHK č.13, který udává maximální přípustnou brzdnou dráhu jak pro provozní, tak i pro nouzovou brzdu. [19]

Brzdné účinky jsou ovlivněny adhezními vlastnostmi povrchu terénu a pneumatiky. Největší brzdná síla na kolo působí, pokud je pro adhezi při brždění využita celá tíha vozidla, toho lze dosáhnout při brždění všemi koly nebo při brždění ve vodorovné rovině. [19]

5.5.2 KONSTRUKCE BRZD

Nejčastěji používané technologie jsou kotoučové nebo bubnové brzdy. U běžných aut i lehčích vojenských vozidel se setkáváme spíše s brzdami kotoučovými, zatímco u těžkých armádních vozidel, u kterých jsou kladeny požadavky na spolehlivost a pohyb v těžkém terénu, se více vyplatí bubnové. Brzdný moment u kotoučových i bubnových brzd vzniká třením pohyblivé a nepohyblivé části. U bubnového provedení je to tedy tření mezi bubnem a čelistí. Princip brždění nám popisuje Obr. 19, kdy ovládací zařízení vysune čelisti tak, aby docházelo ke tření mezi nimi a bubnem. Nezbytná je zde také pružina, která vrací čelisti znovu do původní polohy. Celé obložení brzd je uloženo v bubnu. Tím se dostáváme k hlavní výhodě a nevýhodě této konstrukce. Jelikož je brzdový mechanismus uzavřený, těžko se do něho dostávají nečistoty, je tedy třeba pouze minimální údržba. Kvůli uzavření je ale velký problém s chlazením. S rostoucí teplotou se snižuje součinitel tření a brzdící moment je menší. V krajním případě dojde i k poškození brzd, proto se pro případ delšího brždění přidává do aut odlehčovací brzda, kterou lze zpravidla aktivovat za určitých otáček motoru. Neslouží k úplnému zastavení, ale pouze k regulaci rychlosti. V současné době firma Tatra začíná vyvíjet pro své nejnovější modely kotoučové brzdy. [15] [21]



Obr. 19 Konstrukce bubnové brzdy [55]

Bubnové brzdy jsou u vozidel využívány také jako brzdy parkovací. V případě kotoučových provozních brzd se kvůli větší spolehlivosti používá parkovací brzda s pomocnými bubny. [22]

6 OCHRANA VOZIDEL

Při ochraně vozidel nezáleží pouze na tloušťce pancíře, je zde mnoho faktorů, které se snaží výrobci vozidel vyladit tak, aby auto bylo co nejlépe chráněné. Vše začíná tím, že je třeba zajistit, aby vozidlo nebylo snadné detekovat, tedy maximálně snížit zvukovou a tepelnou stopu, a také zajistit kvalitní vizuální kamufláž, jako jsou speciální nátěry nebo maskovací sítě. Pokud se vozidlo podaří detekovat, je třeba odklonit nebo zničit vypuštěné střely, což je nazýváno aktivní ochranou. Zde jsou k dispozici moderní systémy, které zvládnou zaměřování nepřítele zmást klamným cílem nebo zničí munici ještě před dopadem na pancíř. Pokud předchozí systém selže, přijde na řadu pasivní ochrana, tedy samotný pancíř, který svojí konstrukcí musí zajistit, aby se střela nedostala do vozidla a pokud se dostane, aby její účinek byl co nejmenší. [23]

6.1 OCHRANA PROTI ZBRANÍM

Zde jsou důležité prvky aktivní obrany, které zabraňují dopadu střely, a také pancíř. Konstrukce samotného pancíře prochází vývojem už od počátku výroby tanků a obrněných vozidel. Jeho účinnost se váže k tloušťce a kvalitě materiálu, ze kterého je vyroben a úhlu, pod kterým je pancíř zasažen. Platí, že na místech, kde je největší šance zásahu, by pancíř neměl mít žádné výstupky ani prohloubeniny a měl by být celistvý. Za krizová místa platí zákruty nebo svary. [23]

Zpočátku platilo, že ochrana vozidla by měla být schopná odolat pěchotním zbraním. K tomu postačoval homogenní pancíř, který se skládal z jedné vrstvy homogenního materiálu a byl situován pod vhodnými úhly tak, aby účinek dopadající střely byl co nejmenší či došlo k jejímu odrazu. Postupně se ale vyvíjí protitankové zbraně a je nutné, aby se vyvíjela také ochrana tanku. S příchodem kumulativních střel se homogenní ochrana stává neúčinnou. Jako reakce na tyto střely se začínají zavádět vrstvené pancíře, jejichž princip je založen na různých vlastnostech materiálů. Vnější a vnitřní vrstvu tvoří zpravidla ocel. Střed pancíře bývá z materiálů, které dokáží střelu rozbít a zároveň zmírnit její účinky. V minulosti se k tomuto používala kombinace tvrdé keramiky s pružným plastem. Dnešní tanky ale tajemství svého pancíře tají, aby bylo znemožněno nepřátelům vyvíjet účinné zbraně na jejich proražení. [24]

6.2 REAKTIVNÍ PANCÍŘ A PRVKY AKTIVNÍ OBRANY

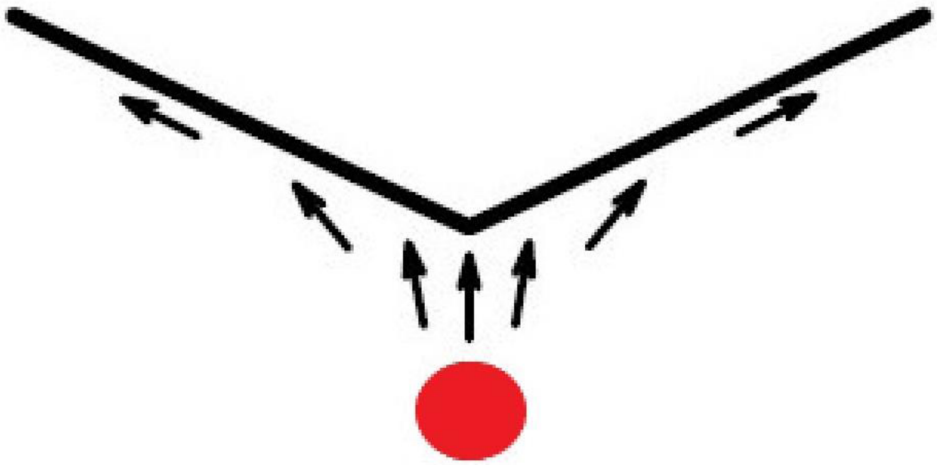
Zatímco pancíř tanku čeká na zásah a poté se snaží sílu eliminovat, prvky aktivní obrany jsou v provozu neustále. Jejich cílem je poznat, že je vozidlo zaměřené nepřítelem a následně nepřátelské systémy oklamat. Příkladem je ruský systém Štora-1, který se nepoužívá pouze na ruských tancích, ale i na tancích Izraele nebo Francie. Další možností je střelu eliminovat ještě před dopadem nebo ihned po dopadu, k čemuž se používají reaktivní pancíře. Na Obr. 20 vidíme český systém DYNA-72, kdy jsou na důležitá místa vozidla umístěny schránky se slabší trhavinou, která při dopadu střely exploduje a sílu exploze směřuje proti síle střely. Na tomto principu pracují také často používané systémy ERA. Jejich zásadní nedostatek je, že nejsou odolné proti novým střelám, které mají dvě kumulativní hlavice. První zničí reaktivní pancíř a druhá zasáhne vozidlo. Další nevýhodou je nebezpečí pro pěchotu, která se pohybuje kolem vozidla. [25]

Obr. 20 Reaktivní pancíř systému DYNA-72 na českých tancích T-72 M4 [25]

6.3 OCHRANA PROTI MINÁM

Dnešní vozidla, která čerpají ze zkušeností z bojů v zemích jako Afghánistán či Sýrie, dokazují, jak je důležité, aby vozidlo bylo odolné vůči zbraním nepřítele, ale také aby odolalo minám a jiným nástražným zařízením. V současné době se vyrábí vozidla, jejichž hlavním účelem je odolání výbuchu pod korbou. Pro příklad lze uvést české vozidlo Vega, které spadá do kategorie MRAP, z dílny přeloučské firmy SVOS, která se zabývá druhy a možnostmi pancéřové ochrany. [26]

Odolnost proti minám lze zvýšit silnějším pancéřováním dna korby. Pro vozidla, která procházejí přestavbou, lze na spodní část korby namontovat přídavný pancíř, případně vzpěry mezi něj a původní pancíř. Tím se ale sníží vzdálenost mezi korbou a povrchem a zhoršuje se průjezdnost vozidla terénem. Další možností eliminace energie od výbuchu je vhodný tvar korby, aby energie exploze byla přesměrována mimo vozidlo. Vhodnou konstrukcí dna korby je tedy tvar do písmena V nebo U. Jak můžeme vidět na Obr. 21, čím větší je náklon pancíře, tím více se sílu exploze daří odklonit mimo vozidlo. Tuto technologii lze použít pouze u kolových vozidel. V konstrukci je stěžejní ochrana osádky. Zde se používá řešení, kdy sedačky nejsou připevněné ze spodu, ale jsou připevněné na bok korby nebo na strop, tedy účinek případné exploze na ně neplatí. [23]



Obr. 21 Princip odklonění síly výbuchu miny pod vozidlem

7 LEGISLATIVA

Česká armáda a konstrukce jejich vozidel se řídí platnými českými obrannými standardy. V roce 1999 Česká republika vstoupila do Severoatlantické aliance (NATO) a pomocí českých obranných standardů se zavádí do působnosti dohody STANAG nebo doporučení STANREC. Jejich hlavní cíl je zajistit vysoké úrovně kompatibility, zaměnitelnosti a slučitelnosti v rámci celé organizace zemí NATO. Tyto normy se dělí podle jejich působnosti na operační, výzbrojně-technické a administrativní. Operační slouží k zavádění doktrín, které se týkají operací vojska jako jsou taktika, výcvik, systémy hlášení. Výzbrojně-technické normy zajišťují, že zařízení armády NATO by mělo být schopné zajistit zaměnitelnost náhradních dílů u všech typů vozidel, možnost fungovat na stejný typ pohonných hmot nebo fungování zbraní na stejný typ munice. Administrativní standardy slouží k usnadnění činnosti organizace, co se týká lidských zdrojů, financí nebo způsobu určování hodnosti u vojáka. [27]

7.1 EMISE

Problematika emisí je v současné době velice často skloňována. Napomohla k tomu nedávná aféra německé automobilky Volkswagen nazývaná DieselGate, kdy vozidla byla vybavena softwarem, který při měření snižoval vypuštěné emise tak, aby byly splněny právě platné normy EURO. Jak lze vyčíst z tabulky, tak tyto normy se stále mění a zpřísňují. Od letošního roku začíná platit nová norma EURO 7, kdy pro splnění limitů může vozidlo na 100 km spálit maximálně 3,54 litrů nafty nebo 4,06 litrů benzínu. [28]

Tab. 1 Normy EURO pro zážehový a vznětový motor [29]

Norma	Rok uvedení	CO (g/km)	NOx (g/km)	HC (g/km)	PČ (g/km)	HC+Nox (g/km)
EURO 1	1992	3,16/3,16	X	X	X/0,18	1,13/1,13
EURO 2	1996	2,20/1,00	X	X	X/0,08	0,50/0,70
EURO 3	2000	2,30/0,64	0,15/0,50	0,20/X	X/0,05	X/0,56
EURO 4	2005	1,00/0,50	0,08/0,25	0,10/X	X/0,025	X/0,30
EURO 5	2009	1,00/0,50	0,06/0,18	0,10/X	X/0,005	X/0,23
EURO 6	2014	1,00/0,50	0,06/0,08	0,10/X	X/0,005	X/0,17

První hodnoty v tabulce platí pro zážehový motor, druhé pro vznětový. Měří se hodnoty oxidu uhelnatého (CO), oxidů dusíku (NOx), uhlovodíků (HC) a pevných částic (PČ).

Pro vojenská vozidla, která se aktivně účastní provozu na silnici a mají vojenskou poznávací značku podle zákona č. 56/2001 sb. musí platit, že plní danou normu EURO, která je platná od roku uvedení vozidla do provozu a zároveň musí pravidelně dokazovat technickou způsobilost na stanicích STK. Jak již bylo řečeno, normy EURO se týkají vybraných zabezpečovacích vozidel. Armáda ČR ale disponuje i staršími typy, které samozřejmě neplní žádné normy, protože při jejich uvedení do provozu žádné takové předpisy ještě neplatily. Při provádění emisních kontrol platí pro vojenská vozidla zvláštní pravidla, při nichž nesmí být pořizována žádná dokumentace. [1]

U vojenských bojových vozidel a jiných, která nejsou určena k pohybu po silnici, neplatí zákon č.56/2001 sb. Tato vozidla jsou určena k provádění specifických úkolů, při kterých je důležitý výkon motoru a také to, aby byly konstrukčně co nejjednodušší, tedy aby se eliminovala možnost poruchy. Až druhořadé jsou tedy v tomto případě ekologické problémy. Ministerstvo obrany však může při výběrových tendrech na výrobu vojenských automobilů určit stupeň plnění EURO, proto v dnešní době moderní vojenská vozidla, u kterých to konstrukce umožňuje, a pro která explicitně neplatí emisní limity, splňují ve velkém množství případů alespoň normy EURO 3. [1] [30]

7.2 HLUK A VIBRACE

Emise hluku do působnosti české armády stanovuje Český obranný standard ČOS 051628. Dělí se zde emise vnitřního a vnějšího hluku. Tento standard zavádí standardizační dohodu STANAG 4357 o spojeneckých publikacích pro zkoušení vozidel. Vnitřní hluk zavádí STANAG 4357-AVTP-1/09-30 a také by neměl přesáhnout hodnoty, které jsou přípustné v občanském zákoníku pro maximální hluk na pracovišti. Co se týče vnějšího hluku, vozidla plní platný předpis Evropské komise EHK č.51. Jelikož vnější hluk vozidla může případný nepřítel detekovat a tím snadno vozidlo lokalizovat, je třeba jeho hodnoty ještě snížit, proto je třeba plnit i normu STANAG 4357-AVTP-1/03-150. Norma STANAG 4357 je vyžadována u bojových a speciálních vozidel. Spadá tedy pod určitý stupeň utajení, kdy je sice volně přístupná, ale slouží pouze pro účely dané osoby, tedy nelze ji šířit dál ve veřejně přístupných pracích. [31]

Vnější hluk vozidla určuje také předpis Evropské hospodářské komise č.51. Jde o platný předpis, který určuje míru hluku, který je přípustný pro jednotlivé kategorie vozidel s nejméně čtyřmi koly tak, aby je bylo možné provozovat v rámci zákonů EU. Platí tedy pro kategorie M (osobní vozidla) a N (nákladní vozidla), které jsou děleny podle počtu osob, které jsou schopné přepravovat, dále podle hmotnosti a v poslední řadě také podle poměru výkonu motoru k hmotnosti. V roce 2018 bylo přijato jeho nové znění, ve kterém jsou již zahrnuty i další fáze snižování hluku vozidel, na které by se mělo přistoupit v budoucích letech. Z Tab. 2 lze vyčíst hodnoty hluku pro užitková vozidla platné v současné době. Vozidla N1 mají hmotnost do 3500 kg, N2 mezi 3500-12000 kg a vozidla N3 jsou nad 12000 kg. [32]

Tab. 2 Mezní hodnoty emisí hluku [32]

Kategorie	Specifikace	Hodnota hluku [dB]	Kategorie	Specifikace	Hodnota hluku [dB(A)]
N1	m≤2,5 t	72	N3	P≤150 kW	79
	m>2,5 t	74		150<P≤250 kW	81
N2	P≤135 kW	77		P≥250 kW	82
	P>135 kW	78			

Vozidla, která mají hmotnost vyšší než 2800 kg se musí podrobit doplňující akustické zkoušce tlakovzdušných systémů. Hodnoty mezního akustického tlaku se mohou zvyšovat o 1-2 dB, pokud je vozidlo konstruováno jako terénní, nebo je vybaveno vznětovým motorem či motorem spalovacím s přímým vstřikováním. Tento předpis musí plnit všechna armádní vozidla bez výjimky. [32]

Problematiku rázu vibrací, stejně jako problematiku hluku, umožňuje převést do českých zákonů ČOS 051628. Znovu je zde zaveden STANAG 4357 o zkoušení spojeneckých vozidel, konkrétně STANAG 4357-AVTP-1/09-40, který v mé práci bohužel nelze publikovat. Účinek vibračních rázů na osádku se určuje při jízdě v terénu. [31]

7.3 OCHRANA VOZIDLA

U bojových vozidel se lze často setkat s odolností podle STANAG 4569. Jde o normu NATO, která určuje stupně ochrany vozidla proti různým druhům munice a při zásahu na různých místech. Tato norma se rozděluje do čtyř částí. První část se zabývá účinkem palných zbraní na pancíř vozidla. Část druhá je zaměřena na účinky výbuchu min na různých částech podvozku. Poslední dvě části se zabývají hrozbou takzvaných zbraní IED, což jsou nekonvenční zbraně, které nejsou zařazené do žádné z předchozích kategorií, jsou to například střepiny. [33]

Samotná norma STANAG 4569 nepatří mezi utajované dokumenty, ale jednotlivé části už bohužel utajované jsou, tedy nelze zde použít přímo materiály NATO. Ovšem existují články o této normě, které obsahují pouze kusé informace nebo nejsou aktuálně platné.

7.3.1 ODOLNOST VŮČI ÚČINKU PALNÝCH ZBRANÍ PODLE STANAG 4569

Tato norma se dělí do šesti úrovní podle druhu munice, zbraně, vzdálenosti, ze které je pancíř zasažen, a také podle úhlu dopadu střely na pancíř. V nejnovější verzi je zde ještě u každého stupně nutnost chránit vozidlo proti dělostřelecké munici ráže 20 mm. Pro první a druhou úroveň je nutná odolnost při zásahu ze vzdálenosti 100 m a pod úhlem 0-18°. Pancíř třetí úrovně je schopný odolat zásahu z mety 60 m a pod úhlem 0-30°. Čtvrtá a pátá úroveň odolá střele ze vzdálenosti 25 m a pod úhlem 0-90°. Nejodolnější ochrana musí odolat střele ze vzdálenosti 10 m pod úhlem 0-90°. [34]

Tab. 3 Stupně ochrany podle STANAG 4569 [34] [35]

Level	Zbraň	Typ munice	Vzdálenost [m]	Rychlost střely [m/s]	Úhel dopadu [°]
1	Puška	7,62mm x 51 M80	30	833	0-30
		5,56mm x 45 SS109		900	
		5,56mm x 45 M193		937	
2	Útočné pušky	7,62mm x 39 BZ	30	695	0-30
3	Odstřelovací pušky a univerzální kulomety	7,62mm x 51 M993	30	930	0-30
		7,62mm x 54 B-32		854	
4	Těžký kulomet	14,5mm x 114 B-32	200	911	0
5	Automatický kanón	25mm x 137 M791	500	1258	0
		25mm x 137 PMB 090		1336	
6	Automatický kanón	30mm x 165 BP	500	810	0
		30mm x 173 M268		1430	

7.3.2 DALŠÍ ČÁSTI STANAG 4569

Jak již bylo řečeno, další části normy STANAG 4569 určují stupně ochrany proti minám, ručním granátům nebo proti zbraním IED. Starší vydání normy určuje stupeň bezpečnosti 1 pro ochranu před ručními granáty nebo pěchotními minami kdekoliv pod vozidlem. Dále stupeň bezpečnosti stoupá s předpokladem větší protitankové miny, kdy se testuje na místech pod pásem a pod středem vozidla. Ochrana proti střepinám má 6 stupňů, kdy se snižuje vzdálenost, ze které je vozidlo zasaženo. [35]

8 BOJOVÁ VOZIDLA ARMÁDY ČR

Armáda České republiky prochází stálým přezbrojováním a modernizováním. Stále zde ale najdeme vozidla, která jsou starší, ale prověřená. Pro příklad lze uvést bojová vozidla pěchoty BVP-1 či BVP-2. V této kapitole jsou rozebrána modernější vozidla, která patří k tomu nejzajímavějšímu, co naše armáda nabízí.

8.1 OBRNĚNÉ VOZIDLO PANDUR II 8X8

Americko-rakouské vozidlo Pandur II lze zakoupit ve verzích 6x6 nebo 8x8. V České armádě najdeme verzi 8x8 v různých konstrukčních modifikacích. Jde o bojové vozidlo pěchoty, které je možné využít k mnoha účelům přes přepravu vojáků až po vedení palebné podpory. Vozidlo je obojživelné, tedy lze v něm překonávat i vodní překážky. Kolový podvozek je navržen tak, že se dokáže vypořádat i s těžším terénem. [36] [37]

Tab. 4 Základní technické parametry Pandur II 8x8 [36] [37]

Hmotnost	20600 kg
Motor	6 - válec 335 kW
Posádka	14 (v závislosti na bojové variantě)
Výzbroj	Kanón ATK MK44 ráže 30 mm, kulomet ráže 7,62 mm
Max. Rychlost	105 km/h
Jízdní dosah	700 km
Brodivost	1,5 m

Obr. 22 Pandur II ve výzbroji AČR [54]

8.2 TANK T-72M4

Hlavní bojový tank T-72M4 je modernizací staršího sovětského tanku T-72. V české armádě slouží k boji s těžce obrněnými vozidly nepřítele. Tank disponuje výkonným kanónem a je schopný vysoké úrovně ochrany osádky. Ve výbavě lze najít také ochranu proti chemickým látkám a biologickým zbraním. Dokáže také překonat vodní toky a v případě ústupu je schopný vytvořit dýmovou clonu. [38]

Tab. 5 Základní technické parametry T-72M4 [38] [39]

Hmotnost	48000 kg
Motor	12 - válec 735,5 kW
Posádka	3 členové
Výzbroj	Kanón ráže 125 mm, kulomet PKT ráže 7,62 mm, protiletadlový kulomet NSV ráže 12,7 mm
Dálka střely	5000 m (v noci 4000 m)
Max. Rychlost	61 km/h (v terénu 44 km/h)

8.3 OBRNĚNÉ VOZIDLO DINGO 2

Jde o vylepšenou verzi vozidla Dingo 1 německé firmy KMW. Hlavní předností vozidla Dingo je vysoký stupeň ochrany osádky proti palbě z ručních zbraní nebo proti minám. Auto je postaveno na kolovém podvozku, vyznačuje se také svojí mobilitou a univerzálností. V české armádě se používá zejména pro plnění úkolů na zahraničních misích, momentálně například v Afghánistánu. [40]

Tab. 6 Základní technické parametry Dingo [41]

Hmotnost	10000 kg
Motor	4 - válec 163 kW
Posádka	8 osob (1. verze), 6 osob (2. verze)
Výzbroj	zbraňová stanice 1530 - kulomet MG 3 A1T ráže 7,62 mm
Max. Rychlost	100 km/h
Jízdní dosah	900-1000 km po silnici
Brodivost	1,2 m

8.4 SAMOHYBNÁ KANÓNOVÁ HOUFNICE DANA VZ. 77

Hlavní využití je při boji s těžkými zbraněmi protivníka. Používá se také jako palebná podpora při postupu vojsk. Díky lehkému kolovému podvozku firmy Tatra nabízí vysokou mobilitu i průchodnost terénem. V budoucnu DANA pravděpodobně bude nahrazena houfnicí Caesar od francouzské firmy Nexter, ale i přesto se spekuluje o její modernizaci a zařazení do aktivních záloh. [42] [43] [44]

Tab. 7 Základní technické parametry DANA vz. 77 [42] [43]

Hmotnost	29500 kg
Motor	12 - válec 265 kW
Posádka	5 členů
Výzbroj	Kanón ráže 152 mm, pancéřovka RPG-7, protiletadlový kulomet vz. 38/46 ráže 12,7 mm
Dostřel kanónu	18000 m
Max. Rychlost	80 km/h (v terénu 25 km/h)
Jízdní dosah	800 km (v terénu 400)

8.5 PRŮZKUMNÝ A POZOROVACÍ KOMPLET LOS

Jde o vozidlo šternberské firmy VOP-026, které neslouží k přímému boji. Jeho hlavní účel je v průzkumné činnosti, kdy detekuje a rozpoznává možné cíle, informuje o nich obsluhu, která navádí dělostřelectvo. Je zde důležitý dosah vozidla v terénu, proto je konstruované na pásovém podvozku. Je vybaveno přístroji, díky kterým může účinně pracovat i v noci. [45]

Tab. 8 Základní technické parametry LOS [45]

Hmotnost	11500 kg
Posádka	3 osoby
Výzbroj	bez výzbroje
Rozsah pozorování	v odměru ±200°, v náměru ±40°
Vzdálenost datového přenosu	do 20000 m
Měřitelná vzdálenost laserovým dálkoměrem	Od 100 do 15000 m

ZÁVĚR

V kategorii vojenských vozidel rozlišujeme bojová, zabezpečovací a zvláštní vozidla, přičemž každá tato skupina podléhá dalšímu dělení. Podmínky, které musí splňovat vozidla pro zařazení do příslušné kategorie, jsou v českém prostředí dány vyhláškou o technické způsobilosti a pravidelných technických prohlídkách vojenských vozidel. Nejpočetnější skupinou jsou vozidla zabezpečovací. Tato vozidla zabezpečují celý chod armády. Jsou na ně kladeny vysoké požadavky na průjezd terénem a také na přepravení velkého množství materiálu, zároveň musí být efektivní i při jízdě po silnici. Hlavním dodavatelem vozidel pro českou armádu je firma Tatra se svými vozy T-810 a T-815, které jsou neustále modernizovány a dodávány v různých variantách provedení. Je tedy pozitivní, že investice jdou do českého zbrojního průmyslu.

Vojenská vozidla mají v rámci legislativy výsadní postavení. Řídí se jinými pravidly než vozidla silniční, což je patrné hlavně z hlediska emisí škodlivin, kdy pro ně neplatí normy EURO. Vojenská vozidla se v mnoha případech, mezi které patří i problematika hluku, řídí normami STANAG vydávanými organizací NATO. Tyto normy zavádí do našich zákonů České obranné standardy, které jsou volně dostupné na internetu a odkazují právě na normy vydávané organizací NATO. Bohužel standardy NATO jsou přístupné pouze na Registru obranné standardizace, kde se poskytují pouze za účelem vlastního využití, a je zakázáno tyto normy využívat ve veřejných pracích. Proto nebylo možné v legislativní části práce dojít k bližším výsledkům, a tak je na tyto normy pouze odkázáno.

Při konstrukci bojových vozidel je v dnešní době kladen velký důraz na jejich ochranu. Zbraně jsou neustále silnější a sofistikovanější a jsou schopné zneškodnit i silný pancíř. Cesta postupného zvětšování pancíře není tolik účinná, protože tím se zvětšují rozměry, a hlavně hmotnost vozidla. Dle mého názoru vývoj ochrany vozidel bude směřovat cestou, na kterou se vydali ruští konstruktéři. Ti se snaží, aby silueta a celkové rozměry vozidla byly co nejmenší a tím se snaží zabránit samotné detekci vozidla nepřítelem. Další možností rozvoje je využití aktivní ochrany ve větší míře, než je tomu doposud, kdy těmito systémy disponují zejména ruské tanky. Při neustálém vývoji silnějších zbraní bude klíčové právě to, aby bylo zajištěno, že vozidla vůbec nebudou střelou zasažena.

Budoucí vývoj by také mohl směřovat k vozidlům, která budou ovládaná na dálku. První průlom v tomto směru přišel v letectví, kde se operuje s drony. Ty lze využít hlavně na špionážní účely, ale dokáží zvládnout i jiné úkoly. Stejným směrem by se mohla ubírat i pozemní vojenská technika. V budoucnu by tedy bezosádková vozidla mohla výrazně v armádách vypomáhat, ale je pravděpodobné, že lidský faktor nikdy zcela nenahradí.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

[1] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška o technické způsobilosti a pravidelných technických prohlídkách vojenských vozidel*. In: . Praha: Ministerstvo obrany, 2018, ročník 2018, částka 52, číslo 100. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-100

[2] VISINGR, Lukáš. *Tanky Aliance: Současnost a budoucnost obrněného arzenálu NATO* [online]. In: . Střelecká revue, 2018 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: http://lvisingr.czweb.org/stazeni/atm/tanky_aliance.rtf

[3] VISINGR, Lukáš. *Merkava: Obrněná pěst Izraele* [online]. In: . Střelecká revue, 2012 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: http://lvisingr.czweb.org/stazeni/atm/merkava.rtf

[4] VISINGR, Lukáš. *Tank Leopard 2: Ocelová šelma (nejen) pro armády NATO* [online]. In: . Válka revue, 2017 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: http://lvisingr.czweb.org/stazeni/atm/tank_leopard_2.rtf

[5] ŽÁK, Petr. Ruský tank T-90 vydržel přímý zásah řízené střely na bojišti v Sýrii. In: *ArmyWeb* [online]. c2013, 5.2.2020 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: https://www.armyweb.cz/clanek/rusky-tank-t-90-vydrzel-primy-zasah-rizene-strely-na-bojisti-v-syrii

[6] VISINGR, Lukáš. *Samohybná děla* [online]. In: . Armádní technický magazín, 2007, [cit. 2020-06-26]. ISSN 1802-4823. Dostupné z: http://lvisingr.czweb.org/stazeni/atm/samohybna_dela.rtf

[7] ŽALUD, Zdeněk. *Bojová a speciální vozidla II: celkové uspořádání bojových pásových vozidel*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-600-7.

[8] VISINGR, Lukáš. *Bojová vozidla pěchoty* [online]. In: . Armádní technický magazín, 2006, [cit. 2020-06-26]. ISSN 1802-4823. Dostupné z: http://lvisingr.czweb.org/stazeni/atm/bvp.rtf

[9] *Encyklopedie tanků a vozidel obrněných jednotek od 1. světové války do současnosti*. Praha: Naše vojsko, 2010. ISBN 978-80-206-1114-7.

[10] FOLDYNA, Tomáš. ÚVAHA: Budování funkčních jednotek č. 1 – Kola vs. pásy. *Armádní noviny* [online]. Armádní noviny, c2018 [cit. 2020-02-28]. Dostupné z: https://www.armadninoviny.cz/budovani-funkcnich-jednotek-c-1-kola-vs-pasy.html

[11] VISINGR, Lukáš. *Pěchotní obrněná vozidla, aneb Cesta z pásů na kola a zase zpátky.* In: *Natoaktual* [online]. Ostrava: Jagelo 2000, 14.6.2016 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: https://www.natoaktual.cz/pechotni-obrnena-vozidla-aneb-cesta-z-pasu-na-kola-a-zase-zpatky-psg-/na_analyzy.aspx?c=A160614_094726_na_analyzy_m02

[12] ŽALUD, Zdeněk a Vlastimil NEUMANN. *Bojová a speciální vozidla II: podvozky BSV*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany, 2014. ISBN 978-80-7231-980-0.

[13] VALA, Miroslav, Pavel BRAUN, Zdeněk ŽALUD, Vlastimil NEUMANN a František HOŠEK. *Teorie a konstrukce bojových a speciálních vozidel: učebnice*. Brno: Univerzita obrany, 2017. ISBN 978-80-7231-391-4.

[14] CHLUD, Martin. *Kinematické struktury pásových podvozků*. Brno, 2017. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=147732. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Jiří Tůma.

[15] BRAUN, Pavel. *Bojová a speciální vozidla - I: konstrukce základních typů kolových vozidel AČR*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-272-6.

[16] BRAUN, Pavel. *Bojová a speciální vozidla - I: základy konstrukce kolových vozidel*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-271-9.

[17] VALA, Miroslav. *Combat and special vehicles: design - diagnostics - operation - repairs*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany, 2012. ISBN 978-80-7231-903-9.

[18] DUSIL, Tomáš. *Hydrodynamický měnič momentu: Jak přesně funguje? A k čemu slouží? Podívejte se na video!* [online]. Praha: Czech News Center, c2001-2020, 15.12.2016 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: https://www.auto.cz/hydrodynamicky-menic-momentu-jak-presne-funguje-a-k-cemu-slouzi-podivejte-se-na-video-101338

[19] VALA, Miroslav. *Bojová a speciální vozidla I: mechanika pohybu kolových vozidel*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-574-1.

[20] DUSIL, Tomáš. *Převodka řízení: Díky ní odbočíte. Jak funguje? A čím se liší jednotlivé typy?* [online]. Praha: Czech News Center, c2001-2020, 24.1.2017 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.auto.cz/prevodka-rizeni-diky-ni-odbocite-jak-funguje-a-cim-se-lisi-jednotlive-typy-102704

[21] DUSIL, Tomáš. *Bubnová brzda stále žije. A má i své výhody!* In: *Auto.cz* [online]. Praha: Czech News Center, c2001-2020, 16.10.2018 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.auto.cz/bubnova-brzda-stale-zije-a-ma-i-sve-vyhody-125216

[22] DUSIL, Tomáš. *Parkovací brzda: K čemu slouží? A kolik je druhů?* In: *Auto.cz* [online]. Praha: Czech News Center, c2001-2020, 10.1.2017 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.auto.cz/parkovaci-brzda-k-cemu-slouzi-a-kolik-je-druhu-102239

[23] ČORŇÁK, Štefan, Jan FURCH, Miroslav VALA, Jiří ŠŤASTNÝ a Jiří STODOLA. *Dopravní prostředky a jejich bezpečnost*. 1. vydání. Brno: Univerzita obrany v Brně, 2019. ISBN 978-80-7582-077-8.

[24] MAŠEK, Miroslav. Od oceli k antiraketám: Jak funguje ochrana tanků? (1). In: *100+1 zahraniční zajímavosti* [online]. Brno: Extra publishing, c2007, 29.8.2019 [cit. 2020-06-

15]. Dostupné z: https://www.stoplusjednicka.cz/od-oceli-k-antiraketam-jak-funguje-ochrana-tanku-1

[25] MAŠEK, Miroslav. Od oceli k antiraketám: Jak funguje ochrana tanků? (2). In: *100+1 zahraniční zajímavosti* [online]. Brno: Extra publishing, c2007, 1.9.2019 [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: https://www.stoplusjednicka.cz/od-oceli-k-antiraketam-jak-funguje-ochrana-tanku-2

[26] ŠUMAN-HREBLAY, Marián. *Vojenská vozidla: české a slovenské bojové, obrněné, obojživelné a speciální automobily i motocykly od r. 1906*. 1. vydání. Brno: CPress, 2013. Autosalon (CPress). ISBN 978-80-264-0179-7.

[27] Standardizace v NATO. *Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti* [online]. Praha, c2004-2014 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: http://www.oos.army.cz/standardizace-v-nato

[28] Emisní normy minulosti, současnosti i budoucnosti: Co nás čeká?. In: *Autoweb* [online]. Praha: Viaso, 2.10.2018 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.autoweb.cz/emisni-normy-minulosti-soucasnosti-i-budoucnosti-nas-ceka/

[29] Přehled emisních norem. In: *Povinneruceni.com* [online]. Praha: PFP, 2000, 19.12.2018 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: https://www.povinne-ruceni.com/clanky/prehled-emisnich-norem/

[30] PODSKALSKÝ, Karel. Čeští vojáci dál brázdí výcvikové prostory i silnice v zastaralých UAZech. In: *CZdefence: Czech army and defence magazine* [online]. c2020 [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: https://www.czdefence.cz/clanek/budou-dal-cesti-vojaci-jezdit-v-zastaralych-uazech

[31] *Český obranný standard 051628: Zkoušení vojenských vozidel* [online]. 1. vydání. Praha: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2019 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: http://www.oos-data.army.cz/cos/cos/051628.pdf

[32] *Předpis č. 51 Evropské hospodářské komise Spojených národů: Jednotná ustanovení o schvalování motorových vozidel, která mají nejméně čtyři kola, z hlediska jejich emisí hluku* [online]. Luxembourg: United Nations Economic Commission for Europe, 2018 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/09bcd363-67c8-11e8-ab9c-01aa75ed71a1/language-cs/format-PDF/source-search

[33] List of Current NATO Standards. *NATO standardization document database* [online]. Brussels: NATO Standardization Office [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: https://nso.nato.int/nso/nsdd/listpromulg.html

[34] SIVARAMAN, Velmurugan. NATO STANAG 4569 Level - I and AEP – 55 Vol. I (Edition C Version 1 from April 2014): Ammunitions Penetration mechanisms. In: *LinkedIn* [online]. California, 2002, 24.8.2019 [cit. 2020-06-14]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/nato-stanag-4569-level-i-aep-55-vol-ed1-ammunitions-

sivaraman?articleId=6570831454517981184#comments-6570831454517981184&trk=public_profile_article_view

[35] ROVENSKÝ, Dušan. Balistická ochrana současných obrněných vozidel. *Armádní technický magazín*. Praha: Aeromedia, 2013, **2013**(10), 21. ISSN 1802-4823.

[36] KOLOVÝ OBRNĚNÝ TRANSPORTÉR PANDUR II 8X8. *Armáda České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany, c2020 [cit. 2020-02-28]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/poz/vbv/-kolovy-obrneny-transporter-pandur-ii-8x8-89949/

[37] Pandur II 6x6 8x8: Řešení pro Armádu České republiky. In: *Armáda české republiky* [online]. Vienna: Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeug GmbH, 16.3.2011 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/assets/technika-a-vyzbroj/pozemni-technika/tanky-bojovavozidla-transportery/pandur.pdf

[38] TANK T-72M4 CZ. *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany, c2020 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/tanky/tank-t-72m4-cz-89948/

[39] LINKA, Miloš. *Hlavní bojový tank České armády T-72M4 CZ se bude opět modernizovat.* In: *ArmyWeb* [online]. c2013, 1.9.2018 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: https://www.armyweb.cz/clanek/hlavni-bojovy-tank-ceske-armady-t-72m4-cz

[40] ATF Dingo 2 – německé odolné obrněné vozidlo (2003-2018). In: *Securitymagazin* [online]. Praha: Security media, c2014-2020, 30.10.2018 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: https://www.securitymagazin.cz/defence/atf-dingo-2-nemecke-odolne-obrnene-vozidlo-20032018-1404061758.html

[41] OBRNĚNÉ VOZIDLO DINGO 2 CZ. *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany, c2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/tanky/-obrnene-vozidlo-dingo-2-cz-89947/

[42] *DANA M2 – nejnovější verze naší osvědčené houfnice se představuje*. In: *ArmyWeb* [online]. c2013, 18.9.2018 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: https://www.armyweb.cz/clanek/dana-m2-nejnovejsi-verze-nasi-osvedcene-houfnice-se-predstavuje

[43] 152 MM SAMOHYBNÁ KANÓNOVÁ HOUFNICE. *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany, c2020 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/delo/152-mm-samohybna-kanonova-houfnice-93164/

[44] GROHMANN, Jan. Houfnice CAESAR pro Armádu České republiky. In: *Armádní noviny: Konzervativní armádní magazín* [online]. Armádní noviny, c2018, 5.6.2020 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://www.armadninoviny.cz/houfnice-caesar-pro-armadu-ceske-republiky.html

[45] LEHKÝ PRŮZKUMNÝ A POZOROVACÍ KOMPLET LOS. *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany, c2020 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/tanky/lehky-pruzkumny-a-pozorovaci-komplet-los-213424/

[46] ASTS SKŘÍŇOVÁ KAROSÉRIE TATRA T810-SK - 1R0R26 13 177 6X6.1R. In: *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/poz/zab/asts-skrinova-karoserie-tatra-t810-sk---1r0r26-13-177-6x6-1r-211976/

[47] KOMPLET BOŽENA 5. In: *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/poz/zvv/komplet-bozena-5--211765/

[48] BVP-1: Bojové Vozidlo Pěchoty na vlastní kůži. In: *Autoweb* [online]. Praha: Autoweb, 7.9.2009 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: https://www.autoweb.cz/bvp-1-bojove-vozidlo-pechoty-na-vlastni-kuzi/

[49] ROZDÍL MEZI PLYNOKAPALINOVÝM A KAPALINOVÝM TLUMIČEM. In: *Autodíly Mjauto* [online]. Brno, 2014 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: http://www.mjauto.cz/rozdil-mezi-plynokapalinovym-a-kapalinovym-tlumicem

[50] HåLAND, Walter Christian. Power on Rubber Tracks. In: *Truppendienst* [online]. Vídeň, 5.6.2018 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: https://www.truppendienst.com/themen/beitraege/artikel/power-on-rubber-tracks/#page-1

[51] *Když se TATRA 815 stane na vozovce neovladatelnou aneb výcvik armádních řidičů.* In: *ArmyWeb* [online]. c2013, 25.8.2019 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.armyweb.cz/clanek/kdyz-se-tatra-815-stane-na-vozovce-neovladatelnou-aneb-vycvik-armadnich-ridicu

[52] MASHINA, Boevaya. Leopard 2 A7. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco: Wikimedia foundation, 2001, 15.7.2015 [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Leopard_2#/media/Soubor:Leopard_2_A7.JPG

[53] GULLIVER, James. M1 Abrams Australské armády při cvičení. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco: Wikimedia foundation, 2001 [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/M1_Abrams#/media/Soubor:Australian_Army_Abrams_tanks_during_Exercise_Koolendong_at_Bradshaw_Training_Area,_Aug_21,_2014.jpg

[54] HAUNER, Adam. Pandur II. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pandur_II#/media/Soubor:BAHNA_2018_-_282.jpg

[55] ROZLÍLEK, Lukáš. Struktura bubnové brzdy. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Bubnov%C3%A1_brzda#/media/Soubor:Brzda.jpg

[56] KOUBA, Jan. 152mm samohybná kanónová houfnice. In: *Armáda české republiky* [online]. Praha: Ministerstvo obrany, c2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/delo/152-mm-samohybna-kanonova-houfnice-93164/

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AČR	Armáda České republiky
AVTP	Allied Vehicle Testing Publication (Publikace o testování spojeneckých vozidel)
BVP	Bojové vozidlo pěchoty
ČOS	Český obranný standard
DANA	Dělo automobilní nabíjené automaticky
EHK	Evropská hospodářská komise
ERA	Explosive Reactive Armour (Systém reaktivního pancéřování)
EU	Evropská unie
IED	Improvised Explosive Device (improvizovaná výbušná zařízení)
KMW	Krauss-Maffei Wegmann (Německá zbrojovka)
LVT	Landing Vehicle Tracked (Obojživelné vozidlo)
MG3	Maschinengewehr 3 (Německý kulomet)
MRAP	Mine Resistant Ambush Protected (Vozidlo odolné proti výbuchu min)
NATO	North Atlantic Treaty Organization (Organizace spojených národů)
STANAG	Standardization agreement (Stadardizační dohoda)
STANREC	Standardization recommendation (Standardizační doporučení)
STK	Stanice technické kontroly
VOP	Vojenský opravárenský podnik

ω_1	[rad·s^{-1}]	Úhlová rychlost na vnitřním kole
ω_2	[rad·s^{-1}]	Úhlová rychlost na vnějším kole
ω_d	[rad·s^{-1}]	Úhlová rychlost klece diferenciálu
m	[kg]	Hmotnost vozidla
n_1	[-]	Otáčky na vnitřním kole
n_2	[-]	Otáčky na vnějším kole
n_d	[-]	Otáčky klece diferenciálu
P	[W]	Výkon vozidla
v_1	[m·s^{-1}]	Postupná rychlost na vnitřním kole
v_2	[m·s^{-1}]	Postupná rychlost na vnějším kole
v_d	[m·s^{-1}]	Postupná rychlost klece diferenciálu