



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

KONCEPCE TERÉNNÍCH VOZIDEL UTV

CONCEPTION OF TERRAIN VEHICLES UTV

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MATEJ BÉREŠ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL KUČERA

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Matej Béréš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

Koncepce terénních vozidel UTV

v anglickém jazyce:

Conception of terrain vehicles UTV

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte rešerši popisující terénní vozidla UTV.

Cíle bakalářské práce:

Nápravy

Rám

Brzdy

Kola

Pohon

Řízení

Seznam odborné literatury:

Reimpell,J.;Stoll,H.;Edward,A., The automotive chassis - engineering principles. Arnold, London 1996. ISBN 0-340-61443-9

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Kučera

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 13.12.2011

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Rešeršní práce, která se zabývá konstrukcí a uspořádáním jednotlivých komponent terénních vozidel UTV. Komponenty jsou hodnoceny z hlediska jízdných, komfortních a cenových vlastností v jednotlivých kapitolách práce. Práce čerpá informace hlavně z publikací věnovaných součástem automobilů a z oficiálních brožur výrobců vozidel UTV. V této práci jsou konkrétní vozidla zmíněná spíše okrajově, hlavní část práce pojednává o vhodnosti jednotlivých konstrukcí pro konkrétní podmínky.

KLÍČOVÁ SLOVA

UTV, náprava, rám, brzdy, kola, motor, diferenciál, převodovka, řízení, posilovač řízení

ABSTRACT

Review article, which is concerning about constructions and arrangements of particular components of utility terrain vehicles. Components are being judged in terms of driving, comfort and value attributes in particular chapters of this thesis. Thesis gains its information mainly from publications about automotive components and official manufacturer brochures. Individual vehicles are mentioned just marginally in this thesis, because the main part of thesis deals about suitability of particular constructions for concrete conditions.

KEYWORDS

UTV, suspension, frame, brakes, wheels, engine, differential, gearbox, steering, power steering



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BÉREŠ, Matej. *Koncepce terénních vozidel UTV*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 40 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Kučera.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Pavla Kučery a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 23. května 2012

.....

Matej Béreš



PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Pavlovi Kučerovi, za perfektní přístup a cenné připomínky a rady, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Dále chci poděkovat své rodině a kamarádům za pomoc při jazykové korektuře a za jejich psychickou podporu.



OBSAH

Úvod	10
1 Nápravy	11
1.1 Lichoběžníková náprava	11
1.2 Náprava MacPherson	12
1.3 Náprava De Dion	13
1.4 Kliková náprava	15
1.5 Kyvadlová náprava	16
1.6 Pevná náprava	17
2 Rám.....	18
2.1 Vnější rám.....	18
2.2 Vnitřní rám.....	19
2.3 ROPS a jiné bezpečnostní prvky	19
3 Brzdy	21
3.1 Kotoučová brzda	21
3.2 Bubnová brzda	22
4 Kola	23
4.1 Pneumatiky	23
4.2 Disková kola	25
5 Pohon.....	26
5.1 Motor	26
5.1.1 Benzínový motor	26
5.1.2 Naftový motor	27
5.1.3 Elektrický motor	28
5.2 Převodovka	29
5.2.1 CVT	29
5.2.2 VHT	29
5.2.3 Automatická převodovka s hydrodynamickým měničem momentu	30
5.3 Diferenciál	31
6 Řízení.....	32
6.1 Ackermannova teorie řízení.....	32
6.2 Hřebenové řízení.....	33
6.3 Elektrický posilovač řízení	33
6.4 Hydraulický posilovač řízení	34
Závěr.....	36
Seznam použitých zkratk a symbolů	39



Seznam příloh.....	40
--------------------	----



ÚVOD

První sériově vyráběné ATV (All Terrain Vehicle), které společnost Honda představila v roce 1970, Honda US90, bylo určeno Japonským farmářům [8]. Bylo koncipováno jako vozidlo na přesun z farmy do města za těch nejnevhodnějších podmínek, jako bylo jarní tání sněhu, či období vytrvalého deště. Z těchto vozidel se rychle stal nejen praktický prostředek na práci, ale také vyhledávané rekreační vozidlo. Po rozšíření prodeje do Spojených Států Amerických se kategorie ATV už dělila na sportovní modely určené na rekreaci a užitkové modely primárně určené na práci v náročném terénu. Stali se nenahraditelnými společníky myslivců, ochránců přírody, policie, armády, rybářů a adrenalinových nadšenců. Jedinou nevýhodou těchto vozidel byla malá přepravní kapacita, či už hmotnostní, anebo objemová.

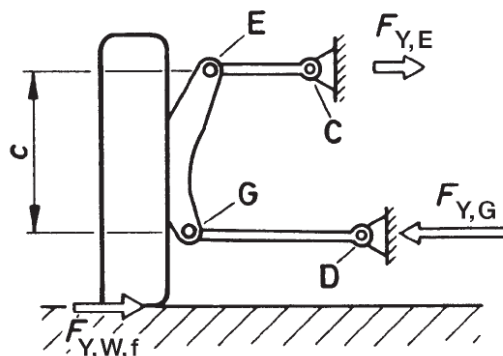
Právě tuto nevýhodu odstraňují vozidla kategorie UTV (Utility Terrain Vehicle), též nazývané SSV (Side by Side Vehicle). UTV je spojením poznatků z oboru výroby ATV a pick-up automobilů, přičemž spojují výhody obou typů vozidel. UTV se vyznačují hlavně lehkou, kompaktní konstrukcí, je možné v nich přepravit 2-4 osoby, vyklápěcím nákladním prostorem, vyšší světlou výškou a volitelným náhonem na všechna kola.

Tato práce se zabývá konstrukcí technických řešení jednotlivých částí terénních vozidel UTV. Jednotlivá řešení a konstrukční prvky jsou rozebrána s ohledem na terénní vlastnosti vozidel a jejich pracovní využití.



1 NÁPRAVY

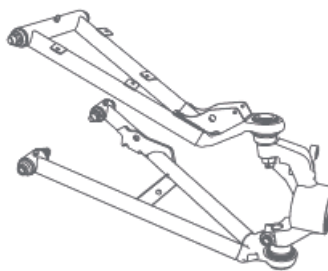
Podvozek moderního vozidla musí splňovat více kritérií, která si částečně vzájemně odporují, protože musí být splněna v různých podmínkách (naložené/nenaložené vozidlo, akcelerace/brzdění, rovná/nerovná cesta, přímá jízda/zatáčení)[1]. Zvolením správné geometrie nápravy je možné zabránit nežádoucímu potápění a zvedání vozidla při brzdění a akceleraci. Správnou geometrií se také dá zajistit předvídatelné chování vozidla v různých situacích, zabránit přetáčivosti nebo nedotáčivosti.



Obr. 1 Nezávislé zavěšení kol nápravy [1]

1.1 LICHOBĚŽNÍKOVÁ NÁPRAVA

Lichoběžníková náprava patří mezi nezávislá zavěšení kol. Říká se jí také náprava se dvěma A-rameny, protože závěs kola je s rámem spojen pomocí dvou ramen, přičemž každé z nich má jeden montážní bod v závěsu kola a dva body v rámu. Lichoběžníková náprava se stejně dlouhými A-rameny se nazývá rovnoběžníková náprava. Lichoběžníková náprava má výhodu v nízké hmotnosti a absolutní vzájemné nezávislosti kol. S větší vzdáleností mezi příčnými rameny se snižuje deformace těchto nosníků a vedení kola je přesnější. Největší předností nápravy se dvěma A-rameny je její kinematická charakteristika.



Obr. 2 Lichoběžníková náprava s proti-ponorným systémem vozidla Can-Am COMMANDER [18]

Úpravami délek, úhlů a jejich montážních bodů v rámu lze docílit proti-ponořovací (anti-dive) nebo proti-zvedací (anti-lift) efekt. Také lze definovat, jestli bude smysl posunu kola při stlačení pružiny směřovat do rámu nebo ven z rámu.



Pružina s tlumičem může být umístěná mezi A-rameny, nebo mezi horním ramenem a rámem vozidla. Lichoběžníkové zavěšení se používá hlavně u předních náprav, ale někteří výrobci ho užívají i pro zadní nápravy.



Obr. 3 Lichoběžníková náprava vozidla Kawasaki TERYX [6]

Arctic Cat, Honda, John Deere a Polaris jsou výrobci, kteří používají u svých nejvyšších modelů lichoběžníkovou nápravu vepředu i vzadu. Naproti tomu Bobcat, a u modelu RANGER 500 EFI také Polaris, zvolili konfiguraci s lichoběžníkovou nápravou vzadu a vepředu s nápravou MacPherson.



Obr. 4 Arctic Cat PROWLER s lichoběžníkovou nápravou vepředu i vzadu [16]

1.2 NÁPRAVA MACPHERSON

Zavěšení typu MacPherson je dalším vývojovým stádiem lichoběžníkové nápravy, kde horní závěsné rameno je v otočném čepu nahrazeno tělesem tlumící a pružící jednotky.



Obr. 5 Zavěšení MacPherson [4]



Jelikož se v tělese tlumiče koncentruje napětí od všech sil působících na kolo, musí být průměr pístnice tlumiče zvětšen. Hlavní výhodou MacPhersonova zavěšení je možnost složit všechny části odpružení a ovládání kol do jedné montážní jednotky, která může být následně připevněná k rámu vozidla. Oproti lichoběžníkové nápravě má MacPhersonovo řešení sice horší kinematické vlastnosti, ale jeho výroba a sestavení je mnohem levnější a také umožňuje montáž většího motoru, protože náprava MacPherson vyžaduje méně místa.



Obr. 6 Náprava MacPherson, Kawasaki MULE [9]

MacPhersonovo odpružení užívají výrobci UTV výhradně pro přední nápravu u svých nižších modelových řad. Bobcat u modelu 3400 4x4 použil vepředu nápravu MacPherson a vzadu rovnoběžníkovou nápravu, stejně jako Polaris u modelu RANGER 500 EFI. Naproti tomu Kawasaki osadila model MULE 4041 4x4 DIESEL vepředu MacPherson nápravou a vzadu nápravou De Dion. Stejnou konfiguraci zvolila také Kubota u jejich modelu RTV900XT.



Obr. 7 Polaris Ranger se zavěšením MacPherson vepředu [28]

1.3 NÁPRAVA DE DION

Naproti předchozím typům odpružení se zavěšení De Dion užívá výlučně pro odpružení zadní nápravy. Jedná se o polonezávislé zavěšení, které bylo vymyšleno kvůli vysoké hmotnosti neodpružených hmot u závislého odpružení. U plně závislého odpružení je na ose kol upevněn také diferenciál, který tedy patří pod neodpružené hmoty. U odpružení De Dion je



diferenciál upevněn k rámu vozidla a patří k odpruženým hmotám. Tímto způsobem je při pružení docíleno lepšího kontaktu kola s vozovkou.



Obr. 8 Náprava De Dion [4]

Výrobci UTV jej užívají ve spojení s listovými pružinami, protože konstrukce De Dionova zavěšení je pak jednodušší.



Obr. 9 Zadní zavěšení De Dion u vozidla Kawasaki MULE [7]

Zavěšení De Dion nepoužívá mnoho výrobců, hlavně kvůli jeho kinematickým charakteristikám. Odpružení De Dion je sice levnější než lichoběžníková náprava, nebo odpružení MacPherson, ale stejně tak je podstatně horší pro použití v terénu.

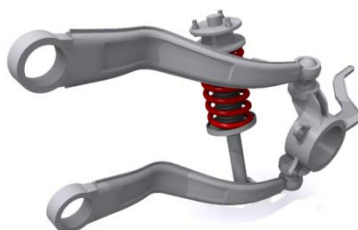


Obr. 10 Kawasaki MULE 4x4 TRANS se zadní nápravou typu De Dion [24]



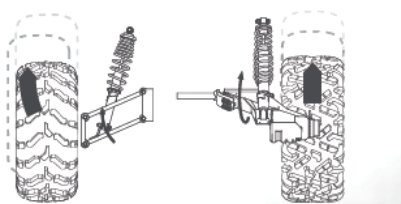
1.4 KLIKOVÁ NÁPRAVA

Kliková náprava, také známá jako náprava s vlečnými rameny, je jednoduché stavby a proto je velice oblíbená u větších vozidel UTV, zejména při použití v zadní nápravě. Díky jednoduchosti a nízké stavbě může být nákladní prostor situován níže a tím pádem blíže k těžišti.



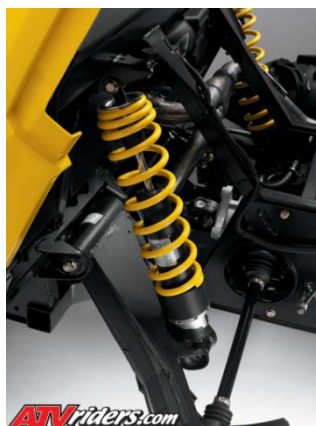
Obr. 11 Kliková náprava se dvěma podélnými rameny [4]

Hlavní nevýhodou klikové nápravy je tendence k přetáčivosti způsobená umístěním samotných podélných ramen. Jelikož jejich montážní bod v rámu se nachází před samotnou zadní nápravou, síly působící při zatáčení způsobují ohyb těchto ramen a tím přispívají k přetáčivosti.



Obr. 12 Porovnání drah lichoběžníkové nápravy a klikové nápravy [18]

Na druhé straně, při stlačení pružin se kolo pohybuje čistě vertikálním směrem, což je dobré pro přilnavost kola při přímé jízdě.



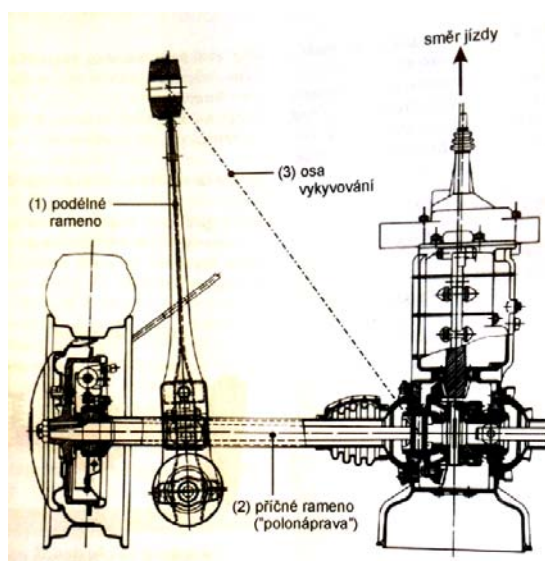
Obr. 13 Kliková náprava, Can-Am Commander [7]



Odpružení klikovou nápravou používá výrobce Can-Am u modelu COMMANDER 1000 a také CASE IH u modelu SCOUT. Obě firmy jej používají pro zadní nápravy.

1.5 KYVADLOVÁ NÁPRAVA

Kyvadlová náprava patří k jednomu z nejstarších nezávislých odpružení. Kyvné rameno se dodneška úspěšně používá při konstrukci zadních náprav motocyklů. Princip činnosti kyvadlové nápravy je velice jednoduchý, obě kola nápravy mají bod otáčení na rámu, v poloviční vzdálenosti mezi sebou. Při nezátíženém vozidle se tedy kola nedotýkají podkladu celou svou plochou, ale jenom okrajem.



Obr. 14 Kyvadlová náprava [2]

Hlavní nevýhodou kyvadlové nápravy je nestabilní chování při zatáčení, kde síly působící na kolo mohou zvednout vozidlo. Tím pádem se také zvýší poloha těžiště a vozidlo je náchylnější k překlolení. Zadní kyvadlovou nápravu používá Husqvarna u modelu HUV4421DX a Club Car u modelu CARRYALL 295.

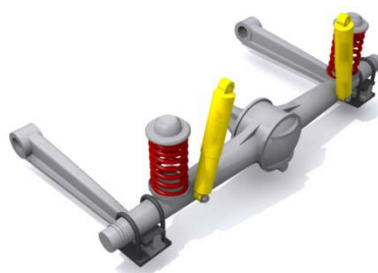


Obr. 15 Zadní kyvadlová náprava vozidla SportWorks Crew Cab [6]



1.6 PEVNÁ NÁPRAVA

Tento typ nápravy se nazývá pevná náprava, protože kola jsou navzájem pevně spojena přes diferenciál a celá tato sestava je odpružená. Když je odpružená vinutými pružinami, k sestavě je nutné dodat vodící ramena kvůli možnému laterálnímu posunu[4].



Obr. 16 Pevná náprava s vinutými pružinami [4]

Největšími nevýhodami konstrukce s pevnou nápravou je závislost pohybu kol nápravy, vysoká neodpružená hmotnost a s ní spojená setrvačnost, která brání nepřetržitému kontaktu kola s podkladem. Výhodou je levná výroba a jednoduchost systému. Ze všech výrobců jen New Holland osadil svůj model Rustler 120/125 pevnou zadní nápravou.

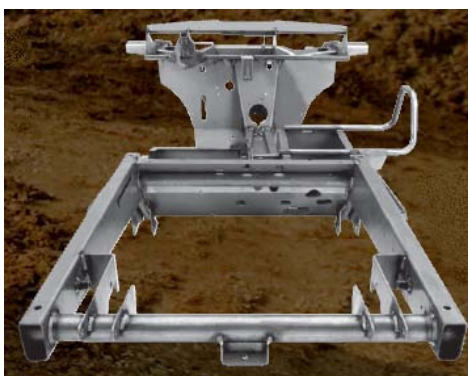


Obr. 17 New Holland Rustler 125 s pevnou zadní nápravou [26]



2 RÁM

Rám motorového vozidla musí splňovat víc protichůdných požadavků, jak na tuhost, tak na pružnost či nízkou hmotnost[2]. Jeho hlavní úlohou je stanovení konkrétní vzájemné polohy náprav a pohonu vozidla. Tato podmínka je u terénních vozidel UTV ještě zvýrazněna nutností snášet značně rozdílné hmotnostní zatížení (počet osob a hmotnost nákladu) v náročném terénu. Nízká hmotnost zase přispívá k jednoduššímu překonávání terénních překážek a menší setrvačnosti vozidla, což přispívá k rychlejší akceleraci a brzdění. Kvůli těmto vlastnostem výrobci UTV vyrábějí rámy pro svá vozidla z oceli nebo hliníkových slitin.



Obr. 18 Vnitřní rám vozidla John Deere Gator HPX [23]

2.1 VNĚJŠÍ RÁM

Vnější trubkový rám (exoskelet) je používán pouze u sportovních modelů, kde se nekladou vysoké nároky na nákladový prostor a snadné nastupování do vozidla. Vnější rám je tužší jako klasický rám vedený podlahou vozu a proto zajišťuje optimální tuhost a pružnost konstrukce při rychlé jízdě členitým terénem. Přesto se exoskelet neuvžívá při konstrukci čistě pracovních strojů kategorie UTV, ale spíš u jejich sportovních protějšků. Podobnost s automobilem a množství bezpečnostních systémů je dělají pro uživatele zajímavějšími než stroje kategorie ATV při stejné průchodnosti terénem. Vnější rámem je osazen model Arctic Cat Wildfire.



Obr. 19 Arctic Cat Wildfire s vnějším rámem [16]



2.2 VNITŘNÍ RÁM

Pro většinu vozidel UTV je charakteristický právě rám vedený spodkem vozidla, zpravidla tvořený ocelovými nebo hliníkovými profily. Vnitřní typ rámu může poskytovat výhodu nižší hmotnosti, ale za cenu zhoršených mechanických vlastností. Na samotný rám se pak upínají ostatní díly konstrukce jako nápravy, kabina a nákladní prostor. Umístněním rámu do podlahy vozu se také zvyšuje komfort obsluhy vozidla, protože se do vozidla snáz nasedá. Další výhodou je možnost montáže velkého množství příslušenství, které dále zvyšuje bezpečnost a komfort jízdy vozidla.



Obr. 20 Vnitřní rám vozidla John Deere Gator [23]

2.3 ROPS A JINÉ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY

Roll Over Protection Structure (ochrana při překlopení, dále jen ROPS) je konstrukční prvek, který má v případě převrácení vozu zabránit rozmačkání pasažérů[3]. Má podobu trubkové klece, která je umístěná kolem prostoru pro pasažéry. K rámu je upevněná v bodech před sedadly a za nimi, aby nebyl omezen komfort nastupování a vystupování. Na tuhle klec je pak možné namontovat velké množství příslušenství zvyšujících komfort a bezpečnost posádky. Téměř všichni výrobci mají v nabídce pro své modely plechové, plastové nebo látkové dveře, přední sklo, plastovou střechu a bezpečnostní mříž, oddělující nákladní prostor od místa pro pasažéry.



Všechny díly příslušenství se přichytávají na ROPS suchými zipy. Všichni výrobci montují do svých modelů UTV tříbodový bezpečnostní pás v základní výbavě.



Obr. 21 John Deere Gator v plné výbavě [23]

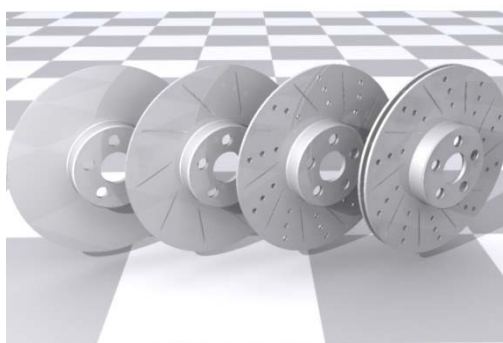


3 BRZDY

Brzdy jsou důležitou součástí každého vozidla, protože proměnou kinetické energie na tepelnou dokážou snižovat rychlost rotace kol a tím i rychlost pohybu vozidla[4]. Není proto nejdůležitější tlak, jakým dokáže brzdové obložení působit na brzdový kotouč nebo buben, ale výběr správného materiálu a konstrukce celé brzdové soustavy tak, aby teplo vzniklé při brzdění mělo kam unikat. Při nedostatečném chlazení nebo dlouhém prudkém brzdění můžou brzdy ztrácet brzdný účinek. Tento jev se nazývá vadnutí brzd, a u moderních brzdových systémů je způsoben přehřátím brzdové kapaliny. Nestlačitelnost brzdové kapaliny je její klíčová vlastnost, protože jen tak může na brzdové písty působit plnou silou. Při přehřátí se v brzdové kapalině vytvoří bublinky plynu, které stlačitelné jsou a tak síla určená k stlačení brzdových čelistí je vyplývána na stlačení bublinek plynu. Aby se předcházelo selhávání brzd, má většina vozidel systém chlazení, většinou založený na principu přísunu externího vzduchu do prostoru brzdových kotoučů, bubnů a čelistí.

3.1 KOTOUČOVÁ BRZDA

Kotoučová brzda má tři základní části: kotouč, nebo také rotor, a třmen, v kterém jsou umístěné brzdové písty. Brzdové destičky jsou umístěny mezi písty a kotoučem. Brzdný účinek je vytvářen tlakem pístů proti sobě, přičemž se mezi nimi nachází brzdové destičky a také rotující kotouč. Třením mezi kotoučem a destičkami vzniká teplo, které je nutno odvádět, aby nedocházelo k vadnutí brzd. K efektivnějšímu odvodu tepla bývá kotouč vybaven drážkami nebo dírami. V automobilismu se s úspěchem používá dvojitý ventilovaný kotouč, kde jsou dva rotory spojeny tvarovanými přepážkami. Tyto přepážky fungují jako odstředivé čerpadlo, a tím pomáhají dostat přes kotouč větší množství chladícího vzduchu.



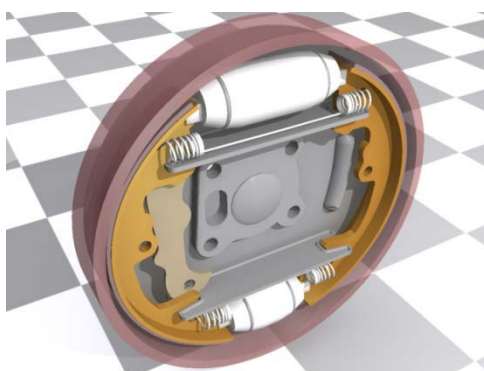
Obr. 22 Různé typy brzdových kotoučů [4]
zleva: hladký, drážkovaný, drážkovaný a vrtaný, dvojitý drážkovaný a vrtaný

Kotoučové brzdy v jakémkoli provedení jsou účinnější než bubnové brzdy. Tento rozdíl pramení zejména z lepší možnosti chlazení kotoučů, většího poloměru, na kterém působí třecí síla, a možnosti vyvinout větší tlak brzdovým obložением na kotouč. Proto se kotoučové brzdy vyskytují téměř u všech vyráběných vozidel na přední nápravě, zatím co zadní náprava je brzděna kotouči jen když se jedná o dražší nebo sportovněji orientované vozidlo. Kotoučové brzdy používají výrobci UTV u téměř všech modelů vepředu i vzadu. Výnimku tvoří jenom Kawasaki s modelem MULE, kde se na všech nápravách vyskytují bubnové brzdy.



3.2 BUBNOVÁ BRZDA

Bubnová brzda se, podobně jako kotoučová, skládá ze tří hlavních částí, z brzdového bubnu a z brzdové čelisti, na který je přinýtováno nebo přilepeno brzdové obložení. Brzdový účinek je generován tlakem brzdových čelistí na vnitřní stranu brzdového bubnu. Rotující částí konstrukce je brzdový buben, který je součástí náboje kola. Brzdové čelisti tedy musí být upevněny k rámu vozidla, aby bylo zamezeno jejich rotaci. Odvod tepla zabezpečuje vnější strana brzdového bubnu. Jednou z největších nevýhod bubnových brzd je právě jejich chlazení, protože nejsou aktivně chlazené plochy, kde dochází k tření, ale pouze vnější strana brzdového bubnu. Na buben jsou proto kladeny požadavky na dobrou tepelnou vodivost, tepelnou stálost a také dobré mechanické vlastnosti, protože buben se nesmí působením čelistí roztáhnout.



Obr. 23 Bubnová brzda [4]

Největší výhodou bubnových brzd je jejich odolnost vůči znečištění okolního prostředí. Kvůli této vlastnosti bubnových brzd se dodnes užívají u lesních a zemědělských strojů. Ze stejných důvodů je Kawasaki umístila na svůj model MULE.



4 KOLA

Účelem kol u motorových a nemotorových vozidel je hlavně nést hmotnost vozidla, přenášet síly mezi vozovkou a vozidlem a doplňovat pružící systém vozidla[2]. Kola moderních vozidel jsou tvořena diskovým kolem a pneumatikou, případně duší. Výrobci používají pro své ATV a UTV modely robustní bezdušové pneumatiky a hliníková nebo ocelová disková kola.



Obr. 24 Kolo: hliníkový disk a robustní pneumatika, Kawasaki TERYX4 [25]

4.1 PNEUMATIKY

Moderní pneumatiky musí splňovat víc požadavků, které je možné rozdělit do šesti skupin:

- Bezpečná jízda
- Zatáčení
- Jízdní komfort
- Životnost
- Hospodárnost
- Ekologická nezávadnost

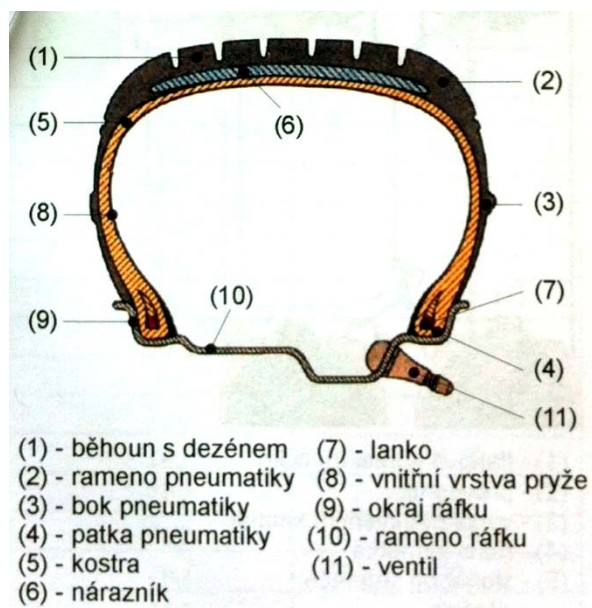
Pro bezpečnou jízdu jakýmkoli terénem je nevyhnutelné zabezpečit pneumatiku proti pootočení na ráfku a proti úniku vzduchu. Poloha je zabezpečena speciálním tvarem patky pneumatiky, kde můžou být vytvořeny obvodové žlábkové těsnění, které zamezuje úniku vzduchu z pneumatik[2]. Další bezpečnostní podmínkou je odolnost vůči defektům a v případě porušení pneumatiky možnost bezpečného nouzového zastavení.

Pro zatáčení je u pneumatik důležitý vysoký koeficient tření za všech jízdních podmínek, přímá a rychlá odezva na otočení volantu a co nejmenší axiální pohyb pneumatiky pod zatížením.

Jízdní komfort vyžaduje od pneumatiky dobré pružící a tlumící vlastnosti, hladký chod bez vibrační a nízkou hlučnost.

Životnost pneumatiky je hodnocena z hlediska dlouhodobé výdrže a z hlediska výdrže při maximální rychlosti.

Hospodárnost vyžaduje od pneumatiky vysokou kilometrovou výdrž, nízký valivý odpor, čím menší prostor pro uskladnění rezervního kola a samozřejmě nízkou pořizovací cenu.



Obr. 25 Konstrukce bezdušové pneumatiky [2]

Pro ekologickou nezávadnost je důležitá nízká hladina hluku pneumatiky při provozu, spotřeba materiálu a energií potřebných k výrobě pneumatiky a možnost recyklace použitých pneumatik.

Pneumatiky pro vozidla UTV mají blíž k pneumatikám pro ATV než k automobilním. Jsou konstruované pro nižší hustící tlak, aby se plocha pneumatiky lépe rozložila v sypkém terénu a tím zamezila zapadnutí kola. Pneumatiky mohou mít plášť tvořený plátny, ale pro většinu UTV je nutný použít konstrukci s dráty kvůli vyšší hmotnosti a nosnosti vozidla. Dražší pneumatiky používají vícevrstvé pláště, čím se stávají odolnější vůči průrazu.

Pro každý typ terénu existují speciální pneumatiky, které mají ve svém prostředí nejlepší vlastnosti a také kilometrovou výdrž. Jen málo uživatelů se však pohybuje pouze v jednom typu terénu, proto jsou nejpoužívanější pneumatiky univerzální. Nicméně je důležité před jízdou seřídit tlak pro konkrétní typ terénu. Kupříkladu s pneumatikami nahuštěnými pro jízdu v pískovém terénu (do 0,3 atmosfér) je sice možná jízda po silnici, ale pneumatiky takhle vydrží méně než polovinu své kilometrové výdrže.



Obr. 26 Pneumatiky do různého terénu, New Holland Rustler [27]
 Zleva: univerzální, do bahnitého terénu



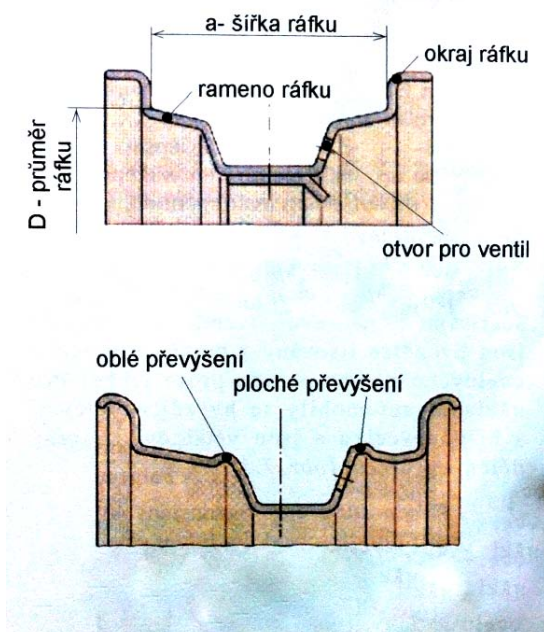
4.2 DISKOVÁ KOLA

Na bezdušová disková kola jsou kladeny požadavky z hlediska chlazení brzd, nepropustnosti vzduchu z pneumatik a pevnosti připojení k náboji. Moderní kola musí splňovat též podmínku atraktivního designu, která se stává u spotřebitelů čím dál důležitější[1].



Obr. 27 Diskové kolo z hliníkové slitiny, Polaris Ranger [28]

Diskové kolo se skládá z hlavy, pomocí které je upevněno k nápravě, ráfku, na kterém je uložena pneumatika a disku, který spájí hlavu s ráfkem. Disky se vyrábí lisováním z ocelového plechu a k ráfku jsou upevněny nýtováním nebo svařováním[2]. Při použití hliníkových slitin jsou disková kola odlévána nebo vykována vcelku. Disky jsou opatřeny otvory pro snížení neodpružené hmotnosti a zlepšení přístupu vzduchu k brzdám pro jejich efektivnější chlazení.



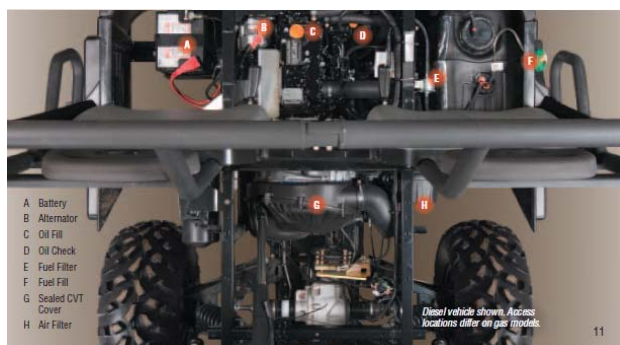
Obr. 28 Ráfek bez (nahore) a s (dole) bezpečnostním převýšením [2]

Kvůli použití bezdušových pneumatik musí být v ráfku provedeno určité bezpečnostní převýšení, které zabraňuje pneumatické sklouznout ze svého místa při zatáčení ve vysoké rychlosti[2].



5 POHON

Pod pojmem pohon se rozumí všechny části konstrukce přenášející výkon a točivý moment z motoru na kola. Do skupiny pohonu tedy patří samotný motor, převodovka a diferenciály.



Obr. 29 Součásti pohonu Bobcat 3400 4x4 [17]

5.1 MOTOR

Motor je část vozidla, která dodává vozidlu výkon potřebný k jeho pohybu. Jistá část generovaného výkonu je použita na chod alternátoru a přes alternátor na chod elektrických zařízení na vozidle. Od motoru se požaduje hlavně vysoký výkon a točivý moment při co nejnížší hmotnosti a nejmenších vnějších rozměrech. Důležitou podmínkou je také bezpečnost a spolehlivost. Výrobci UTV používají většinou motory benzinové, ale jsou k dostání i motory naftové a elektrické.

5.1.1 BENZINOVÝ MOTOR

Benzinový motor je nejpoužívanějším motorem u vozidel UTV z důvodu možnosti dosáhnout vysokých výkonů a momentů z malého zdvihového objemu motoru. Do vozidel UTV se montují čtyřtaktní jednoválce, dvouválce řadové a do V, řadové tříválce a také řadový čtyřválec.



Obr. 30 V2 benzinový motor, Arctic Cat Prowler [16]

Téměř všechny motory jsou chlazeny kapalinovým chlazením, pouze Husqvarna osází svůj základní model HUV4210GX motorem Kawasaki se vzduchovým chlazením. Mezi



nejpoužívanější uspořádání rozvodu ventilů patří jednoznačně rozvod SOHC (Single Over-Head Camshaft, jedna vačková hřídel nad hlavou) a OHV (Over Head Valve, ventily nad hlavou), který se používá jak u benzínových, tak u naftových motorů. Zdvihový objem benzínových motorů se pohybuje od 450 ccm po 1000 ccm u nejvýkonnějších modelů. Všechny modely jsou osazeny systémem elektronického vstřikování paliva (EFI, Electric fuel injection). Jedinou výjimku tvoří Polaris se svým nejmenším motorem, jednoválcem o objemu 455 ccm, který je osazen karburátorem. Výkon se pohybuje v rozmezí od 10,4 kW (New Holland 480 ccm V-Twin) do 63,38 kW (Can-Am 1000 ccm V-Twin).



Obr. 31 Motor 625i od výrobce John Deere [23]

5.1.2 NAFTOVÝ MOTOR

Naftové motory má zatím ve výrobním programu jen několik výrobců, ale přesto se těší velké zákaznické oblibě. Výhodou je vysoký točivý moment, tolik potřebný pro transport nákladu s vysokou hmotností.



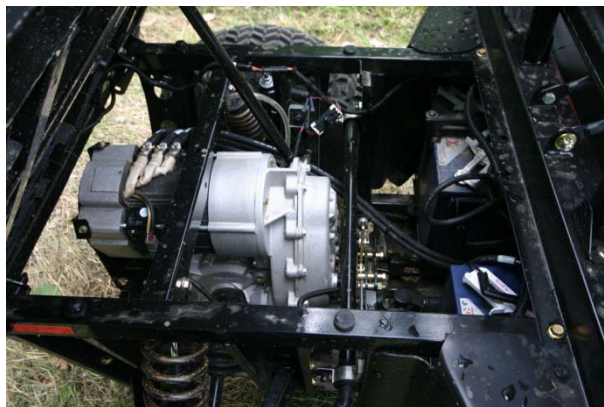
Obr. 32 Naftový motor Kawasaki MULE [24]

Neméně důležitý je fakt, že všechny zemědělské a pracovní stroje bývají osazeny také naftovými motory, takže do vozidla UTV je možné tankovat to samé palivo. Všechny naftové motory jsou čtyřtákní, kapalinou chlazené tříválce v objemech od 719 ccm po 953 ccm. Všechny motory jsou vybaveny nepřímým vstřikováním paliva a ventilovým rozvodem OHV. Naftové motory montují do svých vozidel výrobci Bobcat, Kawasaki, Polaris, John Deere a New Holland. Nejvýkonnější motor vyrábí John Deere s 18,6 kW (854 ccm, řadový



tříválec). Nejslabší motor o výkonu 14,9 kW (719 ccm, řadový tříválec) osází do vozidel UTV New Holland.

5.1.3 ELEKTRICKÝ MOTOR



Obr. 33 Elektromotor Polaris RANGER EV [11]

Prudký vývin elektromobilů zasáhl i terénní vozidla UTV. Dva výrobci, Husqvarna a Polaris, umožňují koupit plně elektrického vozidla UTV. Elektrické motory jsou poháněny bateriemi, které jsou umístěny pod sedadly, v místech původní palivové nádrže. Zatímco Husqvarna své elektrické vozidlo HUV4210EX určila spíše na práce v městském parku nebo nádraží, Polaris se svým modelem RANGER EV míří do skutečného terénu. Elektrický RANGER ponouká absolutně tichý chod a podvozek shodný se svým benzinovým protějškem. S výkonem 22 kW a dojezdem přes 80 km se může rovnat svým benzinovým konkurentům, ale v tichosti provozu a komfortu je hravě předbíhá. S dobou nabíjení 8 hodin do plného nabití se z Polarisu RANGER EV rychle stává oblíbené vozidlo pro ochranáře, myslivce a zaměstnance národních parků.



Obr. 34 Husqvarna HUV4210EX s elektrickým motorem [22]

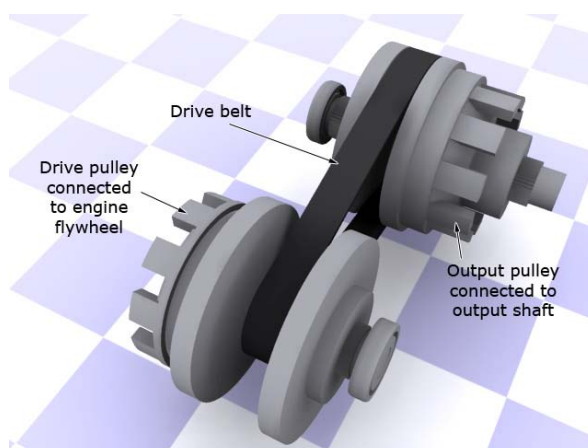


5.2 PŘEVODOVKA

Hlavní úlohou převodovky je změna převodových poměrů tak, aby se motor točil v rozsahu svých ideálních otáček, zatímco výstupní hřídel převodovky zrychluje, nebo zpomaluje. U převodovek pro vozidla UTV je dále kladen důraz na plynulou změnu převodového poměru tak, aby byl motor co možná nejdéle ve svých ideálních otáčkách, kde poskytuje největší výkon a moment a nejnižší spotřebu paliva. Kvůli nepraktičnosti manuálního řazení rychlostí v náročném terénu jsou všechny převodovky pro UTV automatické. Všichni výrobci používají převodovku typu CVT (Continuously Variable Transmission, převodovka s plynule měnitelným převodem) a její variace. Kubota je jeden ze dvou výrobců, který nepoužívá převodovku CVT. Kubota místo CVT používá převodovku typu VHT (Variable Hydrostatic Transmission, převodovka s plynule měnitelným hydrostatickým převodem). Druhým výrobcem je Honda, která používá automatickou převodovku s hydrodynamickým měničem momentu.

5.2.1 CVT

Převodovka typu CVT, nazývaná také variátor, je tvořena dvěma páry kuželových kol a řemenem. Páry kuželových kol tvoří řemenici s měnitelným průměrem, protože kužely se mohou axiálně pohybovat. Přibližováním kol vstupního hřídele a oddalováním kol výstupního hřídele se plynule mění převod z nejnižšího na nejvyšší. Základním požadavkem je synchronizované přibližování a oddalování kol vstupního a výstupního hřídele, protože obvodová vzdálenost převodu musí být v každém okamžiku stejná, jako délka řemene. Hlavním rozdílem a výhodou oproti konvenčním převodovkám je nekonečné množství převodů, které mohou být zařazeny, bez nutnosti užití spojky.



*Obr. 35 CVT, převod do pomala [4]
drive pulley - hnací hřídel
output pulley - hnaný hřídel
drive belt - řemen*

5.2.2 VHT

Hydrostatická převodovka se skládá z axiálního pístového čerpadla a hydraulického motoru. Hydraulický motor je poháněn tlakem hydraulického oleje, který v převodovce cirkuluje. Tlak



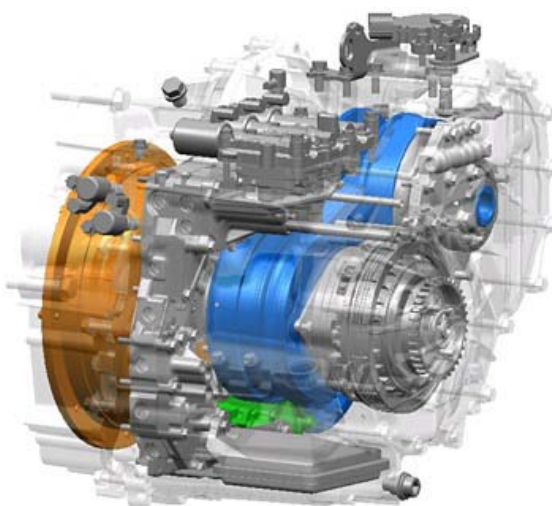
oleje je vytvářen v hydraulické pumpě, která je poháněná spalovacím motorem. Pomocí nastavení úhlu desky hydraulické pumpy je možné regulovat tlak oleje a tím pádem výstupní otáčky převodovky. VHT převodovka dokáže redukcí tlaku snížit rychlost vozidla na rychlosti kolem 1km/h. Výhodou je také brzdný účinek motoru a převodovky po ubrání plynu, který pomáhá zastavit vozidlo spolu s brzdami. Nevýhodou jsou hydraulické ztráty v převodovce.



Obr. 36 VHT převodovka, Kubota [26]

5.2.3 AUTOMATICKÁ PŘEVODOVKA S HYDRODYNAMICKÝM MĚNIČEM MOMENTU

Hydrodynamický měnič momentu je skládá z čerpadla, turbíny a statoru. Čerpadlo je napojeno na výstupní hřídel motoru, zatímco turbína je napojena na výstupní hřídel celé převodovky. Při zvyšování otáček motoru se čerpadlo točí rychleji než turbína a vzniká skluz. Úlohou statoru v nastávajícím stadiu je nehýbat se a usměrňovat tok hydraulické kapaliny, přičemž vzniká násobení momentu motoru.



Obr. 37 Honda, CVT s hydrodynamickým měničem momentu [14]

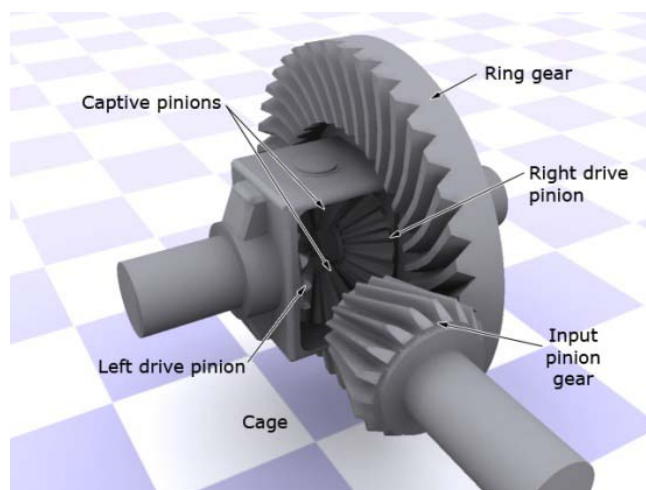
Po přibližném vyrovnání otáček čerpadla a turbíny je skluz příliš malý aby násobil moment, proto je stator uvolněn a rotuje spolu s čerpadlem a turbínou. Po roztočení statoru se hydrodynamický měnič chová jako hydraulická spojka. Největší výhodou je schopnost



násobení momentu motoru při nízkých rychlostech a také plynulost náběhu výkonu, takže téměř není možné ani při prudkém startu protočit kola naprázdno. Mezi nevýhody se řadí vysoká hmotnost oproti mechanickému řešení a také nižší účinnost.

5.3 DIFERENCIÁL

Diferenciál je nutná součást každého vozidla, které dokáže projíždět zatáčky. Šířka vozidla způsobuje, že kola na vnitřní straně vozidla opisují menší dráhu než kola na vnější straně vozidla. Rozdíl rychlostí kol jedné nápravy není problém, pokud se jedná o nehnanou nápravu. U hnané nápravy je nutné zajistit rozdílnou rychlost kol a zároveň na obě kola dodávat točivý moment a výkon potřebný k jízdě vozidla. Součástka umožňující rozdělení momentu a výkonu na kola při různých otáčkách kol se nazývá diferenciál. U vozidel UTV se používají otevřené uzamykatelné diferenciály, u kterých lze uzamknutím dosáhnout stejné otáčky, výkon a moment na každém kole nápravy. Kola nápravy se po uzamknutí diferenciálu chovají jako kola spojená pevnou hřídelí. Uzamknutý diferenciál poskytuje výhodu při jízdě v terénu, protože i když se jedno kolo nápravy nestýká s povrchem, výkon je přesto směřován i na druhé kolo, které v kontaktu s povrchem je. Uzamknutý diferenciál může být nebezpečný při jízdě po silnici, kde prakticky brání vozidlu zatáčet. Vozidla UTV mají vícestupňové přepínání diferenciálů, kde je možné zvolit mezi náhonem na zadní kola (RWD, Rear Wheel Drive) nebo všechna kola (AWD, All Wheel Drive) bez uzamčení a s uzamčenými diferenciály. Uzamykání diferenciálů a zapájení náhonu na všechna kola může být řešeno automaticky palubním počítačem, nebo mechanickým přepínačem umístěným v dosahu řidiče.



Obr. 38 Otevřený diferenciál [4]



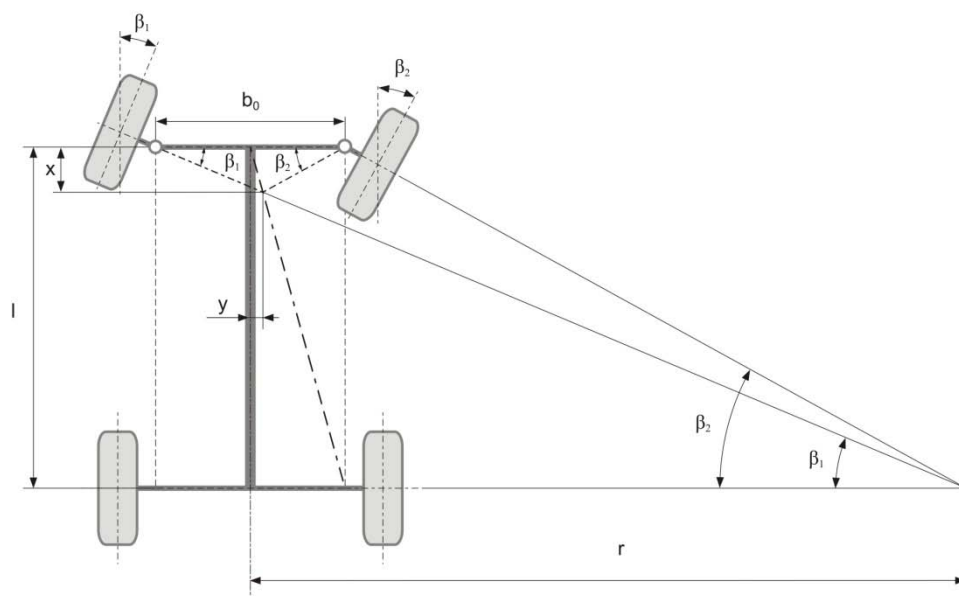
6 ŘÍZENÍ

Hlavní úlohou řízení je natáčet kola přední nápravy a tím měnit směr okamžitého pohybu vozidla. U řízení je nutné, podobně jako u diferenciálu, zaručit natočení každého kola nápravy správným směrem. Protože vnitřní kolo v zatáčce opisuje menší kružnici, tečna ke kružnici v konkrétním bodě se od osy vozidla odklání o větší úhel, než je tomu u vnějšího kola. Rozdílnost úhlů kol přední nápravy popisuje Ackermannova teorie řízení.

U vozidel UTV se k natáčení kol používá systém hřebenového řízení (Rack and Pinion). Všichni výrobci montují do svých vozidel UTV také podpůrný systém řízení, nazývaný též posilovač řízení. Výrobci UTV používají systém elektrického posilovače řízení (EPS, Electric Power Steering) a jediná Kubota používá systém hydraulického posilovače řízení (HPS, Hydraulic Power Steering).

6.1 ACKERMANNOVA TEORIE ŘÍZENÍ

Podstatou Ackermannovi teorie řízení je požití zatáčecí tyče menší délky, než je vzdálenost os, podle kterých se natáčí kola nápravy. Použitím kratší tyče je dosaženo rozdílného natočení kol, jak to vyplývá z kinematiky uložení. Při natočení kol se osy kol přední nápravy protnou s osou kol zadní nápravy právě v jednom bodě, který se nazývá střed otáčení.



Obr. 39 Ackermannova podmínka [5]

Původní Ackermannova geometrie se už téměř nepoužívá, protože nepočítá s dynamickými vlastnostmi řízení a zavěšení. Systémy odvozené od Ackermannovi geometrie se ale stále používají.



6.2 HŘEBENOVÉ ŘÍZENÍ

Hřebenové řízení je nejrozšířenější typ řízení u osobních automobilů. Tvoří jej pastorek a hřeben, kterého konce jsou přes osy řízení a kulové čepy napojeny na kola. Při pohybu volantem se otáčí pastorek, protože je napojený hřídelem na volant. Otáčením pastorku se hřeben posouvá doprava nebo doleva, podle smyslu otáčení volantu. Pohyb hřebenu se přes řídicí osy přenesou na uložení kol a způsobí jejich zatočení. Hřeben může být konstruován lineárně, nebo mít v okolí středu zuby blíže k sobě než na okrajích, čím se dosahuje progresivního řízení. Progresivní řízení je výhodné jak pro prudké otáčení na místě, tak pro rychlou jízdu na silnici.



Obr. 40 Hřebenové řízení [4]

Hřebenové řízení se vyznačuje jednoduchou konstrukcí, levnou výrobou, lehkou obsluhou a kompaktností. Hřeben dobře přenáší informace z kol do volantu a řidič je tak plně informován o tom, co se s koly děje. Někteří výrobci UTV poskytují řízení s nastavitelnou výškou volantu (tilt steering).



Obr. 41 Kubota RTV900XT s hydraulickým posilovačem řízení [26]

6.3 ELEKTRICKÝ POSILOVAČ ŘÍZENÍ

Nejpoužívanější systém pomocného řízení v osobních automobilech je elektronický posilovač řízení. EPS je tvořen elektrickým servomotorem, který je připojen nejčastěji k hřídeli pastorku. Možnost regulace elektrického servomotoru je největší výhodou elektrického



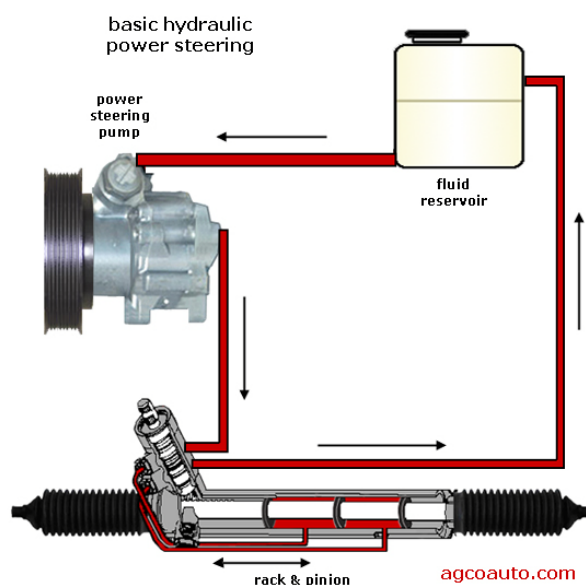
posilovače řízení. Při pomalé jízdě je nutné vyvinout víc síly na zatočení kol, tudíž EPS musí pracovat na plný výkon. Při rychlé jízdě se ale musí účinek posilovače řízení vytrácet, aby byla zaručena bezpečnost provozu. V případě rychlé jízdy bez potřeby použít posilovač je jednotka EPS jednoduše odpojena od proudu a nezvyšuje zbytečně spotřebu paliva vozidla. Další výhodou je kompaktnost servomotoru a tedy jeho jednodušší umístění ve vozidle.



Obr. 42 Elektronický posilovač řízení Arctic Cat [15]

6.4 HYDRAULICKÝ POSILOVAČ ŘÍZENÍ

HPS je používáno celou řadou automobilů, lesních, zemědělských a stavebních strojů. Hydraulický posilovač řízení využívá tlakového hydraulického oleje k posilnění řídicího účinku volantu. Pro oběh a generaci tlaku v hydraulickém oleji se používá olejové čerpadlo.



Obr. 43 Hydraulický posilovač řízení v kombinaci s hřebenovým řízením [13]

Hydraulické čerpadlo je poháněno přímo z motoru řemenem a musí být nastaveno na výkon potřebný k zatočení kol při nulové rychlosti a volnoběžných otáčkách motoru. Plný výkon



čerpadla při volnoběžných otáčkách ale znamená, že při vyšších otáčkách je v systému přebytek tlakového oleje, který tedy jen tak bez účelu cirkuluje v systému. Při permanentním připojení čerpadla k motoru je další nevýhodou spotřeba výkonu motoru i v čase, kdy je posilovač řízení neaktivní. HPS používá Kubota u všech svých modelů.



ZÁVĚR

Základem práce je seznámení se všemi typy konstrukčních řešení jednotlivých komponent terénních vozidel UTV. Jednotlivé konstrukční řešení jsou popsány z hlediska funkce, výhod, nevýhod a použití na vozidlech.

Z důvodu různorodosti zákaznické základny se výrobci nezaměřují jenom na nejvýkonnější modely, ale dostávají do popředí i modely s konstrukčně levnějšími, ale přiměřeně funkčními komponentami. Přestože je UTV jako kategorie poměrně mladá, věnuje se jejímu vývoji přes 10 velkých automobilních, motocyklových a zemědělských firem, které tlačí vývoj kupředu. Vedle těchto velkých firem vyrábí svá vozidla velké množství malých společností, které prodávají nejvyšší ručně zpracovanou kvalitu za vyšší cenu, nebo nižší kvalitu za nižší cenu v porovnání s velkými společnostmi. Každopádně, 42 let po zkonstruování prvního ATV je na trhu nepřehledné množství konfigurací a cenových relací.

Při pohledu do budoucnosti je jasné, že následuje generace elektrifikovaných terénních vozidel, které nejsou v terénu o nic horší než jejich spalovací konkurenti. Polaris RANGER EV s podvozkem nejvyšší kvality a dojezdem 80 km je toho názorným příkladem.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] REIMPELL, Jörsen, Helmut STOLL a Jürgen W. BETZLER. *The Automotive Chassis: Engineering Principles: chassis and vehicle overall, wheel suspensions and types of drive, axle kinematics and elastokinematics, steering, springing, tyres, construction and calculations advice*. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2001. ISBN 07-506-5054-0.
- [2] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily: Podvozky*. 2. vyd. Brno: Avid, 2009, 245 s. ISBN 978-80-87143-11-7.
- [3] VLK, František. *Lexikon moderní automobilové techniky*. 1. vyd. Brno: Vlk, 2005, 344 s. ISBN 80-239-5416-4.
- [4] LONGHURST, Chris. *The Car Bibles* [online]. 1994, 03.04.2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.carbibles.com/>
- [5] *Autolexikon.net: .. náskok díky znalostem* [online]. 2011 [cit. 2012-05-23]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexikon.net>
- [6] CROWLEY OFFROAD LLC. *UTVguide.net: news-tech-reviews* [online]. 2010 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.utvguide.net/>
- [7] *ATVriders.com* [online]. 2002 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.atvriders.com/>
- [8] VERTICALSCOPE INC. *ATV.COM* [online]. 2005 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.atv.com/>
- [9] WADSWORTH QUADS. *Wadsworth QUADS* [online]. 2003 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.wadsworthquads.co.uk/>
- [10] OSMANSKÁ, Lucie. Výběr pneumatik na čtyřkolku. *Čtyřkolky.com: ...souhrnné informace ze světa čtyřkolek* [online]. 2011 [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.ctyrykolky.com/clanky/vyber-pneumatik-na-ctyrykolku-602/>
- [11] ELMER, Matthew. 2011 Polaris Ranger EV Review: A whisper quiet and trail capable electric UTV. *ATV.COM* [online]. 2011, č. 6 [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://www.atv.com/manufacturers/polaris/2011-polaris-ranger-ev-review-1986.html>
- [12] Tractor Transmission Types. *Johnson City Kubota & Equipment* [online]. 2010 [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://www.johnsoncitykubota.com/Tractor%20Transmission%20Types.htm>
- [13] How Power Steering Works. AGCO AUTOMOTIVE CORPORATION. *AGCO: Automotive Corporation* [online]. 2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: http://www.agcoauto.com/content/news/p2_articleid/214
- [14] Smooth and seamless acceleration with superior fuel economy: The Honda CVT: better for drivers, better for the earth. *Honda: The Power of Dreams* [online]. 2010 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://world.honda.com/automobile-technology/CVT/detail/>



- [15] NELSON, Nick. Electronic power steering review. *ATVriders.com* [online]. 2010 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.atvriders.com/atvreviews/arctic-cat-2010-eps-power-steering-utility-atv-review.html>
- [16] ARCTIC CAT. *ARCTIC CAT: 50-Year Legacy*. U.S.A., 2012. Dostupné z: http://c691406.r6.cf2.rackcdn.com/pdf/FullLineBro_US.pdf
- [17] BOBCAT. *Bobcat: Utility Vehicles*. West Fargo, 2011. Dostupné z: http://www.bobcat.com/utility_machines/Literature/utility_vehicle
- [18] BRP. *Can-am*. Canada, 2012. Dostupné z: http://www.myvirtualpaper.com/doc/canam-us/canam_ssv-brochure_us/2011082501/#0
- [19] CNH AMERICA. *CASE IH: AGRICULTURE*. U.S.A., 2010. Dostupné z: http://www.caseih.com/en_us/Products/Utility-Vehicles/Documents/Scout_Brochure_CIH1221001_2010.pdf
- [20] INGERSOLL RAND. *Club Car: CARRYALL 295*. U.S.A., 2009. Dostupné z: http://www.clubcar.com/documents/downloads/682_CA295_Dtl_final_FPO.pdf
- [21] AMERICAN HONDA MOTOR CO. *BIG RED*. U.S.A., 2011. Dostupné z: http://powersports.honda.com/Documentum/model_pages/brochure_pdf_files/brochure_2012_bigred.pdf
- [22] HUSQVARNA AB. *Husqvarna: HUV4421DX*. Sweden, 2011. Dostupné z: <http://www.husqvarnaretailer.com/PrintCreator/PCProductSheet/hq/408382/HEN2012-408382.pdf>
- [23] JOHN DEERE. *GATOR: XUV SERIES*. U.S.A., 2011. Dostupné z: http://www.deere.com/en_US/docs/zmags/residential/online_brochures/gator_xuv/gator_xuv.html
- [24] KAWASAKI. *MULE*. U.S.A., 2011. Dostupné z: <http://www.kawasaki.com/Products/Product-Specifications.aspx?scid=15&id=532>
- [25] KAWASAKI. *TERYX4*. U.S.A., 2011. Dostupné z: <http://www.kawasaki.com/Products/Product-Specifications.aspx?scid=15&id=532>
- [26] KUBOTA. *RTV 1100: FEATURES*. U.S.A., 2011. Dostupné z: http://www.kubota.com/product/rtv1100/pdf/rtv1100_features.pdf
- [27] NEW HOLLAND. *Rustler*. U.S.A., 2011. Dostupné z: <http://agriculture.newholland.com/us/en/Products/Utility-Vehicles/Rustler-Utility-Vehicles/Documents/Rustler.pdf>
- [28] POLARIS. *POLARIS: The All Terrain Specialist*. United Kingdom, 2011. Dostupné z: http://polarisindustries.eu/fileadmin/templates/ORV_2012/PDF/MY12_ORV_UK.pdf



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ATV	All Terrain Vehicle	Vozidlo pro všechny druhy terénu
AWD	All Wheels Drive	Náhon na všechna kola
ccm	Cubic CentiMeter	Centimetr krychlový
CVT	Continously Variable Transmission	Převodovka s plynule měnitelným převodem
EFI	Elekctric Fuel Injection	Elektrické vstřikování paliva
EPS	Electric Power Steering	Elektrický posilovač řízení
HPS	Hydraulic Power Steering	Hydraulický posilovač řízení
OHV	Over Head Valve	Ventily v hlavě válce
ROPS	Roll Over Protection Structure	Ochranná struktura při převrácení
RWD	Rear Wheels Drive	Náhon na zadní kola
SOHC	Single Over Head Camshaft	Jedna vačková hřídel v hlavě válce
SSV	Side by Side Vehicle	Vozidlo se sedadly pro jezdce a spolujezdce vedle sebe
UTV	Utility Terrain Vehicle	Pracovní terénní vozidlo
VHT	Variable Hydrostatic Transmission	Převodovka s plynule měnitelným hydrostatickým převodem



SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1	Katalog <i>Bobcat: Utility Vehicles</i> [17]	elektronická příloha
Příloha č.2	Katalog <i>Can-am</i> [18]	elektronická příloha
Příloha č.3	Katalog <i>Club Car: CARRYALL 295</i> [20]	elektronická příloha
Příloha č.4	Katalog <i>BIG RED</i> [21]	elektronická příloha
Příloha č.5	Katalog <i>Husqvarna: HUV4421DX</i> [22]	elektronická příloha
Příloha č.6	Katalog <i>RTV 1100: FEATURES</i> [26]	elektronická příloha
Příloha č.7	Katalog <i>POLARIS: The All Terrain Specialist</i> [28]	elektronická příloha