

SZAKDOLGOZAT

SCHER PÉTER
mezőgazdasági és élelmiszeripari
gépészmérnöki alapszak

Gödöllő

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépészmérnöki Szak

JOHN DEERE TRAKTOR HIBAFELTÁRÁSA ÉS
JAVÍTÁSTECHNOLÓGIÁJA

Belső konzulens:	Dr. Kiss Péter egyetemi tanár, tanszékvezető
Külső konzulens:	Kiss Péter műszaki vezető
Készítette:	Scher Péter BVU2O8 nappali tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Gödöllő

2023

**MŰSZAKI INTÉZET MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI
GÉPÉSZMÉRNÖKI ALAPSZAK**
Erőgéptechnika specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Scher Péter /BVU208/

részére

A szakdolgozat címe:

John Deere traktor hibafeltárása és javítástechnológiája

Feladatkiírás:

Foglalja össze és értékelje a mezőgazdasági erőgépekkel kapcsolatos szakirodalmat. Végezze el egy kiválasztott John Deere traktor hibafeltárását és tervezze meg javítás technológiáját. Tervezze meg és hajtsa végre a hibafeltáráshoz tartozó vizsgálatokat, méréseket, elemzéseket. Tegyen javaslatot a traktor javítására.

Közreműködő tanszék: Járműtechnika Tanszék

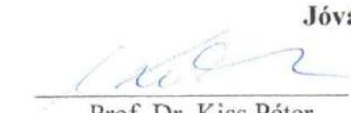
Külső konzulens: Kiss Péter, Műszaki vezető, Nagymágocsi Farmer Kft.

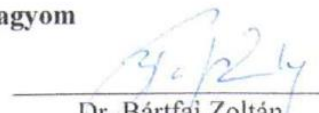
Belső konzulens: Dr. Kiss Péter, egyetemi tanár, intézetigazgató, tanszékvezető, MATE, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Beadási határidő: 2023. május 2. (kedd) 12.00 óra

Gödöllő, 2022. november 15.

Jóváhagyom


Prof. Dr. Kiss Péter
tanszékvezető

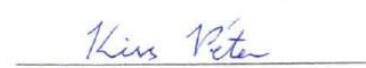

Dr. Bártfai Zoltán
szakfelelős

Átvettem


Scher Péter
hallgató

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. 05. 08



Kiss Péter
(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés	- 5 -
2. Mezőgazdasági erőgépek bemutatása	- 6 -
2.1 Csoportosítás.....	- 6 -
2.2 Traktorok fő szerkezeti egységei	- 7 -
2.3 A mezőgazdasági erőgépek váltótípusai	- 8 -
2.4 Tengelykapcsoló oldásával kapcsolható hajtóművek.....	- 12 -
2.5 Teljesen és részben terhelés alatt kapcsolható sebességváltóművek	- 17 -
2.6 Fokozat nélküli sebességváltóművek	- 19 -
2.7 Mechanikus fokozatmentes váltóművek.....	- 20 -
2.8 Hidrodinamikus sebességváltók	- 21 -
2.9 Hidrosztatikus fokozat nélküli sebességváltók.....	- 22 -
3. A John Deere 6630 premium traktor bemutatása	- 24 -
4. Power Quad váltó működése, elhelyezkedése.....	- 27 -
4.1 PowerQuad váltó vázlat.....	- 28 -
4.2 A PowerQuad modul metszete.....	- 29 -
4.3 PowerQuad modul egyes fokozataiban kapcsolt elemei.....	- 30 -
5. Hibafeltárás	- 32 -
5.1 Hibajelenség.....	- 32 -
5.2 Hibakeresés.....	- 33 -
5.3 Mérés.....	- 34 -
5.4 Kiszerelés	- 41 -
5.5 Szétszerelés.....	- 43 -
5.6 Szétszerelés utáni vizsgálatok	- 45 -
5.7 Hibaelemzés, és eredmények.....	- 46 -
6. Javítási technológia.....	- 48 -
6.1 Javítási ajánlat.....	- 48 -
6.2 Alkatrész lista	- 49 -
6.3 Összeszerelés	- 49 -
6.4 Ellenőrző mérések	- 52 -
7. Összefoglalás	- 54 -
8. Summary.....	- 55 -
9. Irodalomjegyzék.....	- 56 -

1. Bevezetés, célkitűzés

A Balaton Gépász Kft.-t édesapám 2011 tavaszán alapította. Fő csapásvonal a mezőgazdasági gépek teljeskörű javítása, szervizelése, felújítása és a hozzájuk szükséges alkatrészek, ismeretek meg, illetve beszerzése. Az első elképzelés az volt, hogy több idő maradjon otthoni munkákra, más feladatokra. A vállalkozás indulásakor néhány éven keresztül egyedül végezte a munkálatokat, aztán szépen lassan igények merültek fel nagyobb munkaerőre, így mára már összesen 4 állandó alkalmazott dolgozik a cégnél. A javításokat szerszámmal jól felszerelt szerviz autókkal helyszínen, illetve a Zánkán található műhelyben végzik. A rám váró feladatokat a fent említett műhelyben fogom elvégezni, kivitelezni.

A szakdolgozatom céljaként egy John Deere 6630 Premium típusú mezőgazdasági vontató hibafeltárását tűztem ki. Behatárolok a hiba okát, majd kidolgozom és végrehajtom javítástechnológiáját. Költség elemzem a javítási lehetőségeket majd vizsgálom a javítás sikerességét, kiértékelem az eredményességét.

A traktort Németországban Mannheim-ben gyártották, 2007-ben. Azóta több tulajdonosa is volt, végül itt Magyarországon kötött ki közel 14 000 üzemórával a háta mögött. Az erőgépet egy John Deere 6 hengeres, 6,8 literes motor hajtja, ami ebben a típusban 105 kW leadására képes, amit a talaj felé egy 24/24 fokozatú Autoquad Plus névre hallgató hajtómű közvetít. Ez a típusú hajtómű elég tág határokat biztosít a felhasználójának, hiszen 1,9 km/h-tól egészen 50 km/h-ig (2300 1/min) 24 fokozatban választhatja meg a számára megfelelőt. A váltó egy része megegyezik egy hagyományos szinkronizált fogaskerék váltóval, viszont található rajta egy terhelés alatt kapcsolható több kuplungból álló rész is, mely számos új, hasznos ismeretet nyújthat nekem.

2. Mezőgazdasági erőgépek bemutatása

2.1 Csoportosítás

A mezőgazdasági erőgépeket használatuk szerint négy csoportba osztjuk:

- **önjáró gépek**, valamilyen munkagéppel építik egybe. pl: önjáró etető kocsik,
- **stabil motorok**, ezeket általában úgy telepítik a munkaterületre, ahol egybekötik valamilyen munkagéppel és aggregátként működnek. pl: magtisztítók meghajtása,
- **mezőgazdasági gépkocsi**, több funkciós, teherszállítás mellett más adapter is szerelhető rá. pl: IFA tehergépkocsi, műtrágya szóró adapterrel,
- végül a **traktorok**, ezekhez különféle munkagépeket kapcsolhatunk. pl: traktor + tárcsa gépkapcsolat.

Járószerkezet lehetséges opciói:

- gumikerekes,
- lánc talpas,
- gumihevederes,
- és ezek kombinációja.

A legtöbbet használt járószerkezet fajta napjainkban a gumikerekes verzió, hiszen ennek talán a legtágabb a felhasználás köre, és ezeket használják a mezőgazdasági munkák többségére is.

Hajtott kerék tekintetében megkülönböztetünk:

- kétkerék,
- négykerék hajtásúakat.

Ezekről azt érdemes tudni, hogy a kétkerék meghajtású traktorok közt is van kizárólag két kerék meghajtású és két kerék, plusz mellső segédhajtású változat is. A mezőgazdaságban főként az utóbbi terjedt el, ezeket univerzális traktoroknak nevezzük. A négykerék meghajtású traktoroknál egyezik az első és hátsó kerék mérete, illetve általában orrnehézek, ezt nevezzük teljes értékű négykerék hajtásnak. (Egyed & Kozorics, 1998)

A lánctalpas, féllánctalpas traktorok nagy vonóerő igényű munkákhoz használják, a mai modern mezőgazdaságban már nem egyre kisebb a szerepük, főleg a rossz talajviszonyok miatt használják, talajgyengítés, különböző földmunkák, tereprendezés.

Őket mára a gumihevederes kivitel váltotta fel, mely szintén nagy vonóerő igényt képes leadni, és emellett csökkenti a talajra gyakorolt nyomást is, ezeket már egyre többen alkalmazzák, főként vízenyős területeken illetve nagy vonóerő szükségletű munkákhoz. Sokan a kedvező talajnyomás miatt választják, hogy minél optimálisabb legyen a talajszerkezet a növények számára.

A gumikerekes traktoroknál ezt az úgynevezett ikerkerekezéssel érik el, vagy közelítik meg, hiszen akkor akár dupla nagyságúra növelik a talajra felfekvő felületet melynek köszönhetően csökken a talajra gyakorolt nyomás, és nő a leadott vonóerő is. (Egyed & Kozorics, 1998)

2.2 Traktorok fő szerkezeti egységei

A traktorok meghajtásáról, üzemeltetéséről a motor és annak berendezései gondoskodnak. A motor az üzemanyag égetésével forgatónyomatékokot állít elő a főtengely kivezetésein, melyet a további részegységek különböző módon használnak fel.

Itt jön képbe a teljesítményátviteli rendszer, amely bizonyos részegységeken keresztül, tengelykapcsoló, nyomatékváltó, differenciálmű, végáttétel vagy hidraulikus hajtás láncon közvetíti a talaj felé a nyomatékokot. Ide sorolhatók még a különböző TLT hajtás átvitelek is, illetve a hidraulikus szivattyúk hajtása is.

A már említett járászerkezet is fő része a traktornak, hiszen ez felelős a talajra juttatni az erőt mely segítségével saját magát illetve a hozzá kapcsolt munkagépet mozgatja az erőgép. A járászerkezet hordozza a traktor tömegét is, így annak kellően masszívnak és strapabírónak kell lennie. (Egyed & Kozorics, 1998)

Mivel hajtásunk már van, így irányítanunk is kell valamivel, erre van a kormányserkezet. Fontos, hogy a kormányserkezet stabil és megbízható legyen hiszen ez alapja a biztonságos közlekedésnek.

Fékrendszerek, a hibátlan kormányműködéssel szinkronban a biztonságos közlekedés feltétele, hiszen a mozgásban lévő traktort ezek állítják meg.

A gépkezelő munkáját is megkönnyítő szabályzó és szervorendszerek következnek. A hidraulika segítségével az embernek nehéz feladatokat könnyedén csak annak vezérlésével el lehet végezni. Könnyebbé és gyorsabbá teszik a munkát.

A munkagép kapcsoló és meghajtó rendszerek teszik lehetővé a munkagép és az erőgép kapcsolatát, ez biztosítja a közös munkavégzést.

Vezetőfülke, véd a különböző környezeti hatásoktól, és biztosítja a megfelelő védelmet és komfortot a dolgozónak. (Egyed & Kozorics, 1998)

2.3 A mezőgazdasági erőgépek váltótípusai

Összeségében elmondható, hogy a mezőgazdasági erőgépek hajtásláncának feladata, hogy a szükséges vonóerőt (és bizonyos esetekben tolóerő) biztosítson. Az erőátvitel elemei a motor, ami üzemanyagot vagy elektromos áramot alakít át mechanikus forgási energiává. Az erőforrás csak egy bizonyos fordulatszám-tartományban tudja biztosítani a forgási energiát, alsó határa az alapjárat, felső határa pedig a leszabályzási fordulatszám. Ezen kereten belül sem állandó az általa biztosított teljesítmény és a forgatónyomaték sem, csak bizonyos fordulatszám tartományokban tudja leadni a maximális értékeket. Ahhoz, hogy a forgatónyomaték optimális mértékű legyen a mindenkor szükséges vonóerőigényhez, áttételeket kell a hajtásláncba beépíteni. Ilyen állandó áttételek az osztómű (összkerék-hajtás esetén), a szög-hajtás, a differenciálmű, a végrehajtások és nehézgépjárművek esetén a kerékelőthajtás (portál tengely). A járművek a rögzített áttételek mellett változtatható áttétellel is fel vannak szerelve, így a kellő nyomaték mellett a sebesség is befolyásolható. Ezeket a szerkezeteket nyomatékváltóknak hívjuk. (Bercsey & Tuskó, 2012)

A nyomatékváltó feladata a motortól érkező forgató nyomatékot a számunkra optimális mértékűre állítani, a fordulatszám változtatásával, melynek következtében nő vagy csökken a nyomaték. Elméletben a váltóba be- és kilépő teljesítmény ugyanakkora, tehát a következő képlettel leírható:

$$P = M_{be} \cdot \omega_{be} = M_{ki} \cdot \omega_{ki} \quad (1)$$

ahol:

- P teljesítmény [kW]
- M_{be} belépő forgatónyomaték [Nm]
- ω_{be} belépő szögsebesség [1/s]
- M_{ki} kilépő forgatónyomaték [Nm]
- ω_{ki} kilépő szögsebesség [1/s]

A valóságban nem 100 % a váltó hatásfoka, a mechanikai és súrlódási veszteségek miatt a kilépő teljesítmény mindig kisebb lesz, mint a belépő:

$$P_{ki} = M_{be} \cdot \omega_{be} \cdot \eta = M_{ki} \cdot \omega_{ki} \quad (2)$$

ahol:

- η a váltó hatásfoka [%]

A nyomatékváltó főbb feladata az erőforrás nem ideális nyomatéklefutásának a vonóerő szempontjából optimális hiperbolához való illesztése, ami azt eredményezi, hogy a teljes sebességtartományban rendelkezésre áll a maximális teljesítmény. (Bercsey & Tuskó, 2012)

A mezőgazdasági erőgépekbe szerelt sebességváltók 3 nagy csoportra bonthatóak:

- állandó fokozattal rendelkező váltók,
- részben fokozatmentes váltók,
- teljesen fokozatmentes váltók.

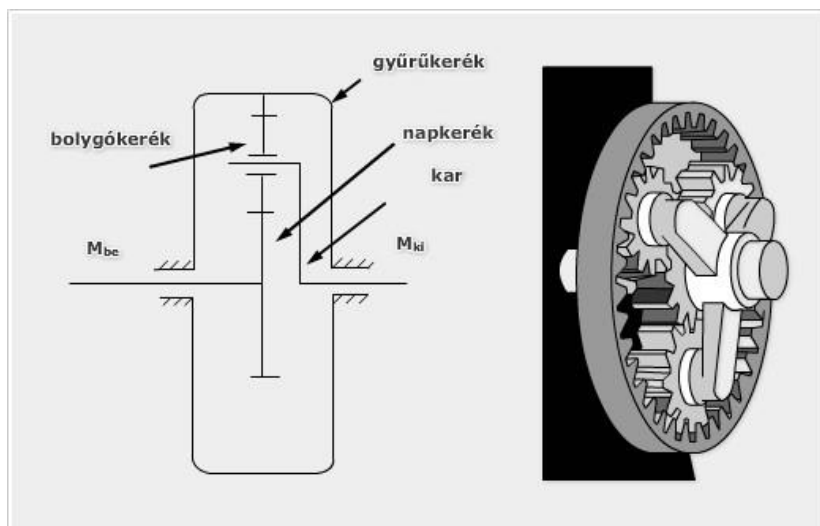
A fix fokozatokkal szerelt váltók esetén fogaskerék-párokkal és bolygóművekkel állítják elő a kívánt nyomaték-növelő és fordulatszám-csökkentő áttételt, a másik verzió amikor olyan konstrukciót alkalmaznak, ahol összekapcsolt bolygóművek részegységeinek szabadon futásával és fékezésével állítják elő az áttételt. Az ilyen váltók egyik hátránya a fokozatmentes váltókkal szemben, hogy kapcsoláskor továbbra is meg kell szakítani a vonóerőt, így nem biztosítható, hogy az erőgép folyamatosan adja le a szükséges teljesítményt. A modern sebességváltók tervezésénél már fontos követelmény, hogy ez az idő minél rövidebb legyen, amit kellő számú fokozattal és a könnyű és egyszerű kapcsolhatósággal tudnak megvalósítani. A részben fokozat nélkül kapcsolható hajtóművek kombinált kivitelben terjedtek el, jellemzően mechanikus állandó fokozatú és mechanikus fokozatmentes váltó(variátor) összeépítésével, ami lehetővé teszi, hogy adott fokozatokon belül a variátorhajtássegítségével változtatható legyen az áttétel a nyomaték átvitel megszakítása nélkül.

A bolygóművek gyakran használt erőátviteli szerkezetek. Nevüket szerkezeti felépítésük miatt kapták, mivel a rögzített napkerék körül forognak a bolygókerekek tartó tengelyek és rajtuk a csapágyazott bolygókerekek is forognak a napkerék tengelye körül, valamint saját tengelyük körül is. Kívülről a fogaskoszorút hajtják a bolygókerekek, melynek forgástengelye megegyezik a napkerékével.

A bolygóműveket a következők jellemzik:

- hengeres forma,
- nagy áttétel,
- a nyomaték és teljesítmény több bolygókeréken oszlik meg.

Ezekből azt a következtetést vonom le, hogy kisebb erők ébrednek a fogakon, kisebb erő terheli a csapágyazást és a tengelyeket, nincs nagy helyszükséglete egy elötéttengelyes váltóműnél, csendesebben jár, viszont kevésbé optimális a hatásfoka, mert több fogkapcsolat vesz részt az erőátvitelben.



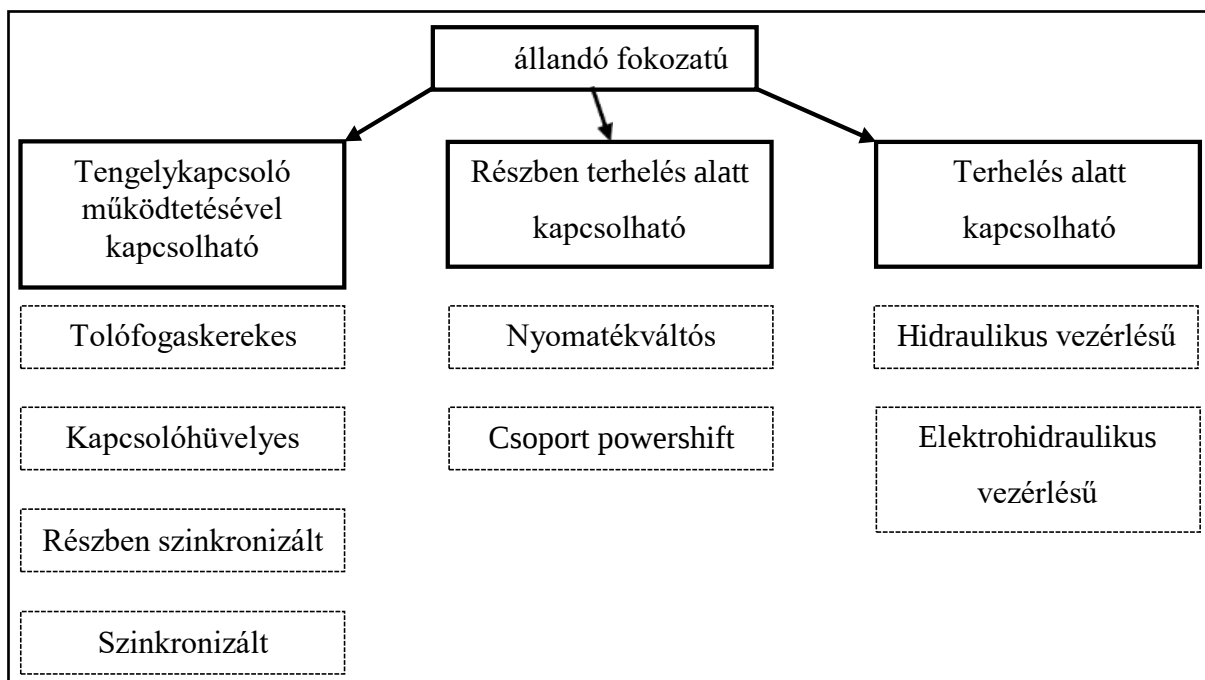
1.ábra: A bolygómű vázlata; (BME – MOGI Tsz.)

Ha a hajtómű elemeit tengelykapcsolókkal és csatlakozó tengelyekkel látjuk el, akkor egy sokféleképpen áttételezhető erőátviteliátviteli elemet kapunk, ahol a kapcsolásokat az egyes elemek fékezésével és szabadonfutásával lehet szabályozni. Az elérhető áttételeket az 1. táblázat tartalmazza. (Bercsey & Tuskó, 2012)

Változat	Hajtó	Hajtott	Rögzített	Áttétel $i = \frac{n_{Be}}{n_{Ki}}$	Jellemző
1	napkerék	gyűrűkerék	kar	$i = i_0$	lassító áttétel, forgásirányváltás
2	gyűrűkerék	napkerék	kar	$i = \frac{1}{i_0}$	gyorsító áttétel, forgásirányváltás
3	napkerék	kar	gyűrűkerék	$i = 1 - i_0$	lassító áttétel
4	kar	napkerék	gyűrűkerék	$i = \frac{1}{1 - i_0}$	gyorsító áttétel
5	gyűrűkerék	kar	napkerék	$i = \frac{i_0 - 1}{i_0}$	lassító áttétel
6	kar	gyűrűkerék	napkerék	$i = \frac{i_0}{i_0 - 1}$	gyorsító áttétel
7	a bolygókerékek rögzítése			$i = 1:1$	

1.táblázat: Lehetséges áttételek bolygómű esetén (Bercsey & Tuskó, 2012)

Az állandó fokozatú hajtóművek kapcsolás alapján további 3 csoportra oszthatók (2. ábra).



2.ábra: Fix fokozatú sebességváltóművek csoportosítása.

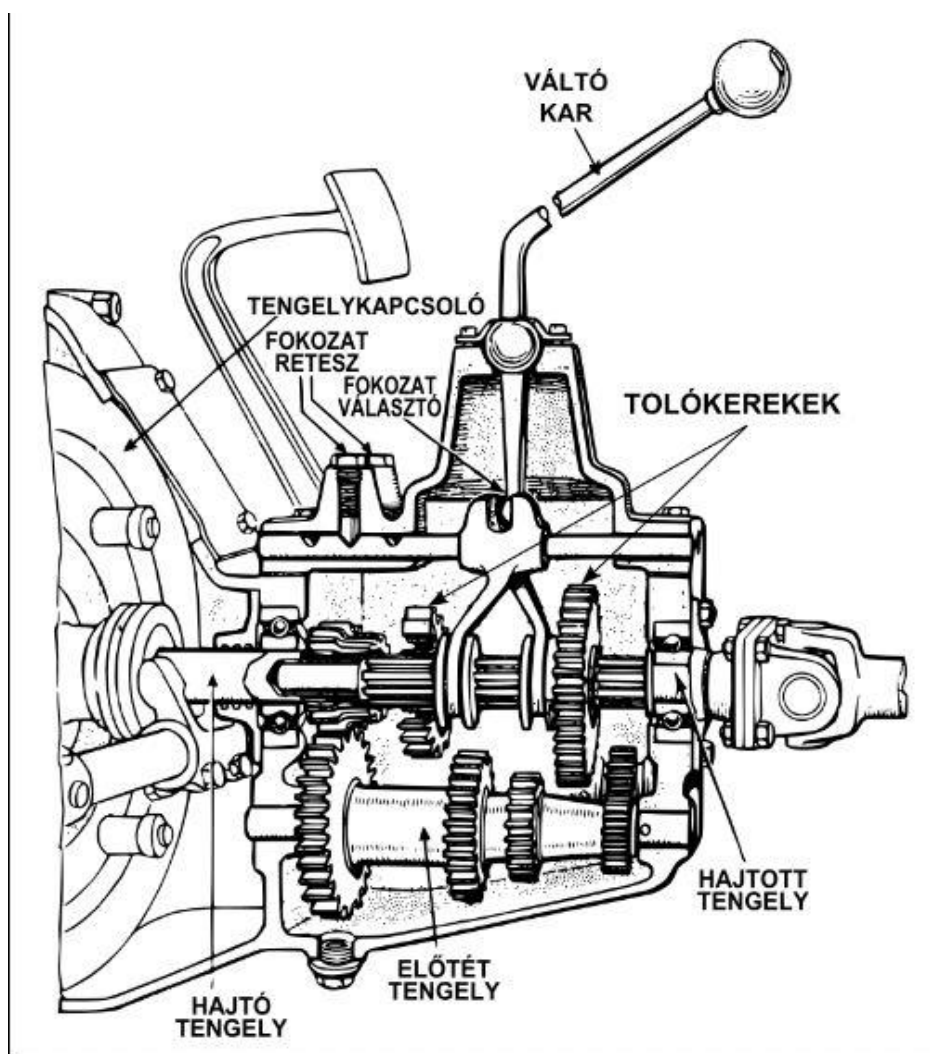
2.4 Tengelykapcsoló oldásával kapcsolható hajtóművek

Gyártástechnológiailag a legegyszerűbb felépítésű váltók a tengelykapcsoló működtetésével kapcsolható alakzáró váltók. Rajtuk a nyomatékvitel minden esetben fogaskerék-kapcsolatokon keresztülvalósul meg, és kapcsoláskor a nyomatékvitel megszakad. A váltótengelyek száma és elhelyezkedése alapján megkülönböztethető három vagy többtengelyű váltókat, ebben az esetben a be- és kihajtó tengely tengelyvonala egy síkba esik. Az erőátvitel egy állandóan kapcsolt fogaskerékpárról egy előtétengelyen át vezet, ahonnan a kihajtótengely egy másik kapcsolt fogaskerékpáron kap visszahajtást. Ennek a hajtásnak az előnye az, hogy összekapcsolható a be és kihajtó tengely így elérve a direkt hajtást, ami kicsi hajtáslánc veszteséget eredményez. Másik variáció a kéttengelyű lépcsős váltó, ebben az esetben a be- és kihajtó tengely nem esik egy síkba. Ilyenkor az áttétel egy fogaskerékpáron valósul meg, nincs szükség előtétengelyre, viszont kevesebb kapcsolást biztosítanak. Az ilyen fajta váltóknak nagyobb a helyigénye, de jobb hatásfokkal bírnak, mivel kevesebb

Egy tengelypáron a gyakorlatban általában legfeljebb 6 fokozat kapcsolását szokták megoldani, ettől több fokozatnál a tengely nagysága miatt torziós lengések ébredhetnek. A 6-nál több fokozatnál úgynevezett szorzóváltókat alkalmaznak, ami sokkal hely takarékosabb, több fokozatot tesz lehetővé. Ilyenkor a fő váltó elé vagy mögé segédváltóművet építenek, sorosan kapcsolva. A kapcsolható fokozatok számát a két váltómű fogaskerekeinek szorzata adja.

Ezeknél a hajtóműveknél a hátramenet megoldásához szükség van egy segéd tengelyre, ugyanis a forgásirányváltás megváltoztatásához páratlan számú fogaskerékre. szükségesítetik A következőkben a kapcsolás módja szerint ismertetem a váltótípusokat.

A toló-fogaskerekes váltóműben a különböző áttételű fogaskerékpárok tengelyei párhuzamosan helyezkednek el a házban. Páronként az egyik kerék valamilyen módon rögzítve van a tengelyen, a másik bordás tengelykötéssel kapcsolódik a tengelyhez, amin tengelyirányba el tud mozdulni a villa segítségével. Üzem közben mindig csak egy fogaskerék pár van összeköttetésben, a különböző fordulatszámokból adódóan a váltás nehézkes és lassú. A mozgatható fogaskereket nevezik tolókeréknek, melyetkapcsoláskor a váltókulissza tol be a másik fogaskerék síkjába. Ebből adódóan ezekben a váltókban csak egyenes fogazásos homlokkerekeket lehet alkalmazni. Ami kevés kapcsolási lehetőséget, nagy felületi nyomást, illetve a fordulatszám különbségekből adódóan hangos, és lassú kapcsolást eredményez.

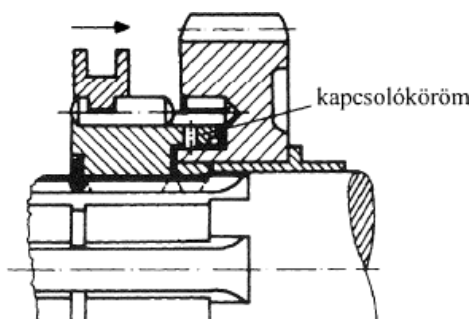


3.ábra: Tolókerékes fogaskerék kapcsolat; (Bohner, et al.,2013)

Működési szempontból ezt a típust tekintjük a legegyszerűbbnek, így a legolcsóbbnak is. Hátránya, hogy a kapcsolási folyamat akár több másodpercet is igénybe vesz, ugyanis a gépkezelő feladata a fordulatszám, a tengelykapcsoló és a váltókar összehangolt működtetése. Ez idő alatt a jármű sebessége sokat csökkenhet, például egy talajmunkát végző traktor 0,5 másodpercnél rövidebb vonóerő megszakítás esetén is megáll. (Mezei, 1998) (Egyed & Kozorics, 2008)

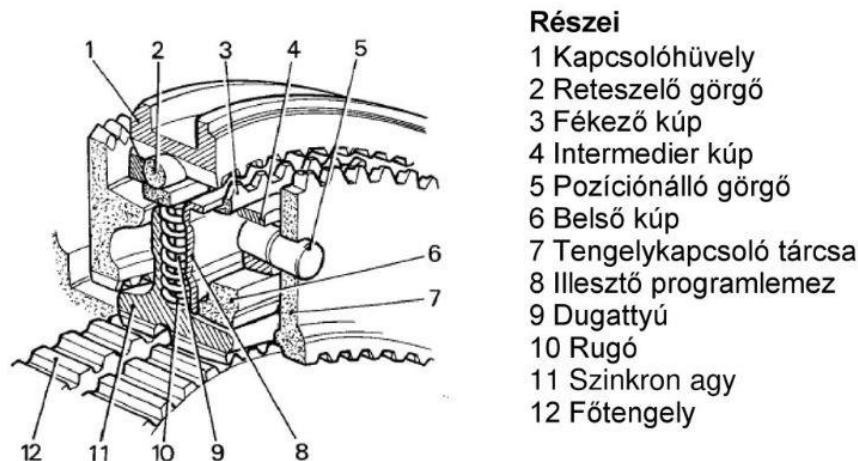
A fogaskerekek kapcsolásából származó hátrányok részben ellensúlyozhatóak azzal, ha a fogaskerékpárok állandóan szinkronban forognak és biztosított, hogy az egyik szabadon foroghasson a tengelyén; míg a másik természetes elfordulás és tengely irányúelmozdulás ellen is rögzítve van.

A kapcsolókörmös hajtóműnél a kapcsoló körök oldalirányba elmozdítják a bordakötéssel forgásirányú elmozdulás ellen rögzített fogaskereket, és pozícionálják, hogy a szélesebb fogú fogaskerékkel egyvonalba kerüljön. Az így keletkezett kapcsolat egészen a következő kapcsolásig ebben a pozícióban marad.



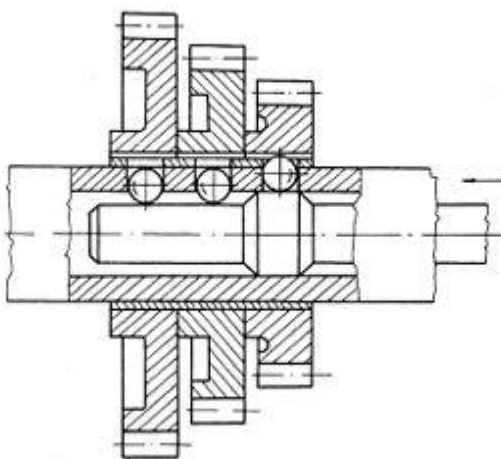
4. ábra: Kapcsolókörmös váltómű; (Mezei, 1998)

A kapcsolóhüvelyes váltóműveknél egy a tengelyhez bordakötéssel kapcsolódó hüvelyt mozdítunk el tengelyirányba kapcsoláskor, nem pedig a fogaskereket, ez különbözteti meg a kapcsolókörmös váltóműtől. A hüvely a szabadon forgó fogaskerék oldalán találhat körökkel vagy fogakkal kapcsolódik össze. Mivel ebben az esetben a két fogaskerék nem mozdul el tengelyirányban, ezért ez ferde fogazású fogaskerekekkel is használható, ami kisebb fogmodulokat, egyenletesebb nyomatékátvitelt, halkabb üzemet biztosít, mint a tolókerekes, és nem utolsó sorban könnyebb kapcsolhatóságot. (Mezei, 1998)



5. ábra: Kapcsolóhüvelyes váltómű; (Bohner, et al.,2013)

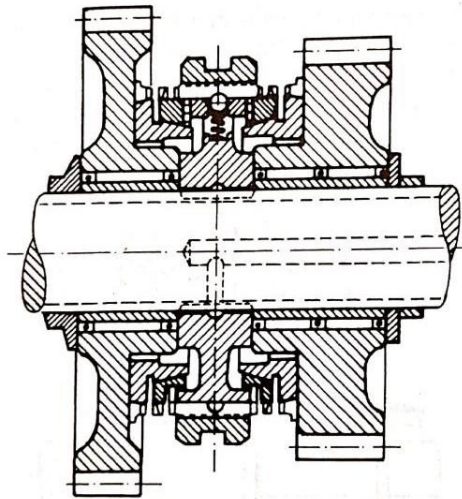
A tolóékes váltómű esetén az összes fogaskerék állandó kapcsolatban van, és a hajtott tengelyek rögzítve vannak, míg a hajtó tengelyek szabadon forognak, a hajtott tengely egy csőtengely, amelyben minden fokozatnál egy furat található. Ezekbe a furatokba golyók nyomhatók, ami létrehozza a kapcsolatot a hajtott és hajtó tengellyel. A csőtengelyben egy ékkapcsoló található ez végzi a mozgást. A konstrukcióból adódóan a fokozatok egymást követik, nem dönthető el a következő kapcsolni kívánt fokozat, mindig egyet le, vagy egyet fel tudunk váltani. Ezeket a hajtóműveket leggyakrabban motorkerékpároknál használják. (Mezei, 1998)



6. ábra: Tolóékes váltó (Bohner, et al.,2013)

Az eddig ismertetett váltótípusok közös problémája, hogy kapcsoláskor nem egyenlő a szabadon forgó fogaskerék fordulatszáma a kapcsoltéval, így a váltás lassú, és nehézkes, mindezek mellett nagy terhelésnek teszik ki a fogaskerekek felületét is. Ennek a fordulatszám különbségnek a kiküszöbölésére fejlesztették ki a szinkron sebességváltóhajtóműveket, a szinkron gyűrű segítségével a két fogaskerék fordulatszáma azonosra tehető, mivel a szinkrongyűrű surlódással összefékezi azokat. A szabadon futó fogaskerék fordulatszámát a

szinkron gyűrű önálló tengelykapcsolóként – ami csak fogaskerék forgási energiájának átvitelére szolgál – az állandó mechanikus kapcsolat létrejötte előtt egy kúpos csúszógyűrűvel a megfelelő fordulatszámra hozza a fogaskerekeket. A fentiekből következik, hogy az ilyen váltóknak az üzeme és a kapcsolása sokkal halkabb, a kapcsolási idő 1,5-2,5 másodpercre rövidül. Hátrányuk, hogy a szinkrongyűrűk kopása forgáccsal telíti a váltót, és elkopásuk után a kapcsolat körülményesebb lesz, mint a nem szinkronizál társaiknál. A szinkrongyűrűvel ellátott tengelykapcsolókat is össze lehet kapcsolni még a fordulatszám kiegyenlítődése előtt, ennek elhárítása érdekében reteszelt szinkronszerkezeteket alakítottak ki, melyek csak akkor zárhatók össze, mikor eléri az optimális fordulatszámot.



7. ábra: Szinkronizáló szerkezet; (Mezei, 1998)

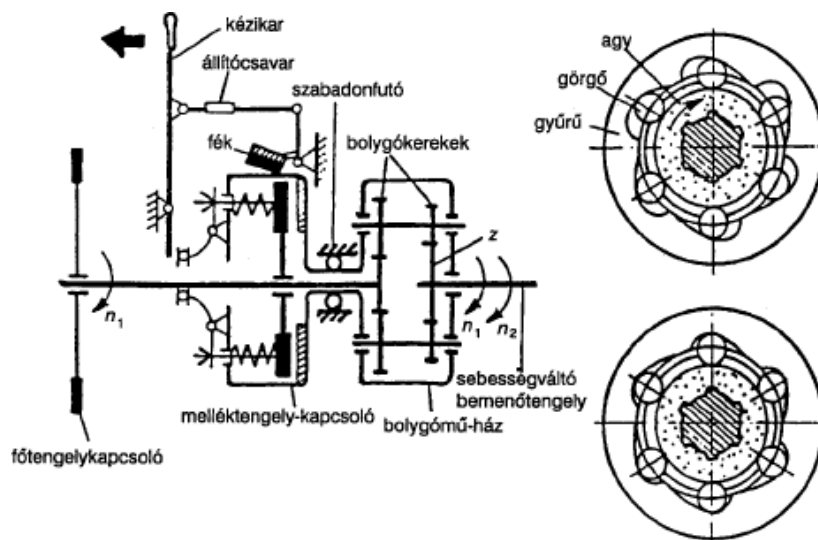
A Borg-Warner rendszerű reteszelt szinkronkapcsoló a kapcsoló hüvely elmozdul a kapcsolni kívánt fokozat irányába, magával viszi a három papucsot is, melyek tengelyirányba elmozdítják a szinkrongyűrűt és neki nyomják a fokozat fogaskerekének súrlódó felületéhez. Amíg a kapcsolóhüvely és a fogaskerék nem egyező fordulaton forog, addig súrlódó erő keletkezik, amely elfordítja a szinkrongyűrűt, így a kapcsoló hüvely nem tud tovább csúszni, csak ha szinkronban vannak a fordulatszámok. (Bohner, et al., 2013)

A Porsche rendszerű reteszelt szinkronkapcsoló a szinkrongyűrűn egy hasítás található, így összenyomható. Egy biztosító gyűrű pozicionálja a fogaskerék kapcsoló fogazása előtt. A szinkrongyűrű belső oldalán helyezkedik el a zárópánt, reteszelőpapucs, és ütközőpapucs is. Az ütközőpapucs a fogaskerék belsejében ül, a szinkrongyűrű a papucsok és a záró pántok mindig egyszerre forognak. A kapcsológyűrűt eltoljuk, a fordulatszám különbség miatt összenyomódik, és létrejön a szinkronizálás.

A szinkronizáló szerkezetek csökkentik a kapcsolási időt, növelik a váltó élettartamát, komfortosabbá teszi a kapcsolást azonban a szinkronkúp növeli a kapcsolásiveszteségeket, a keletkező súrlódási hőt, a helyi túlmelegedések esélyét, és növeli a hajtóműolajjal szemben támasztott követelményeket. A mezőgazdasági erőgépeknél olyan helyzetekben használják a szinkronizálást, ahol nem nagy a vonóerő szükséglet, főleg nagyobb fokozatoknál. Személygépjárműveknél például az 1-es és hátrameneti fokozatokat nem szokták szinkronizálni. (Egyed & Kozorics, 2008) (Mezei, 1998)

2.5 Teljesen és részben terhelés alatt kapcsolható sebességváltóművek

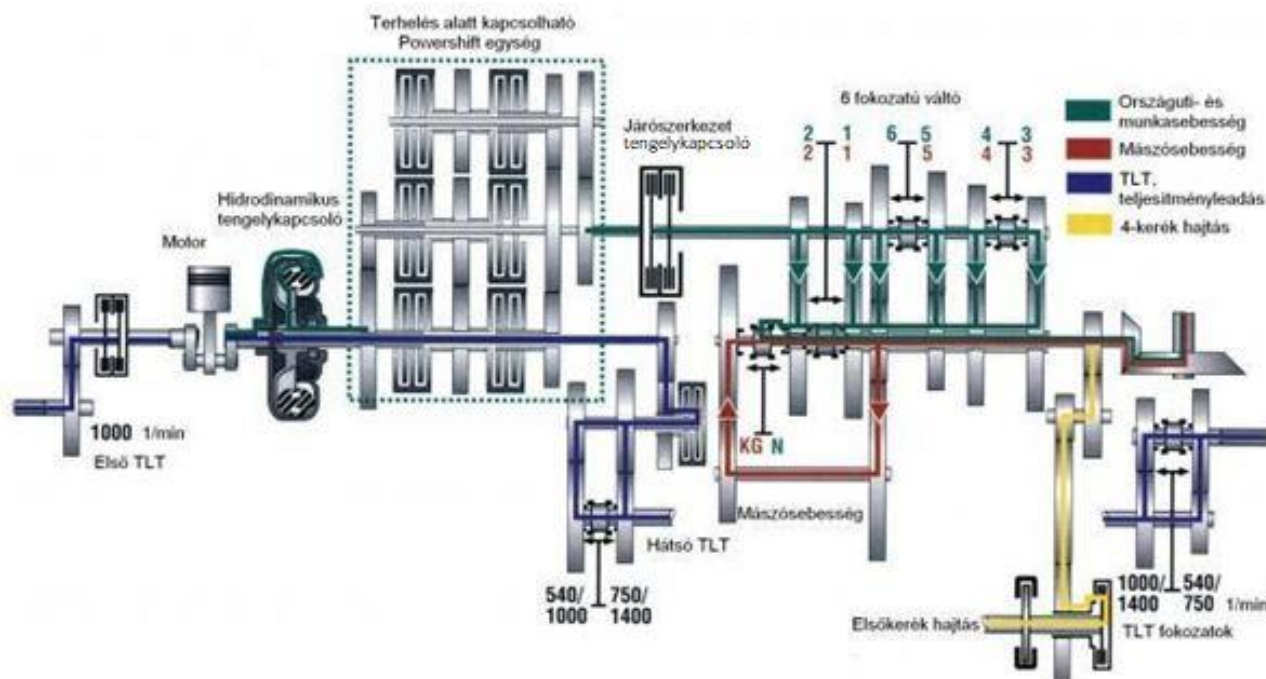
Részben terhelés alatt kapcsolhatónak nevezzük azokat a hajtóműveket, melyek lehetővé teszik, hogy adott sebességi fokozaton (csoportokon) belül a tengelykapcsoló működtetése nélkül lehet további fokozatok között váltani. Ezek általában hibrid konstrukciók, amikor két váltót építenek a gépbe, mintegy szorzóváltót létrehozva, melynél a fő váltó egy valamilyen szinkronizált csoportváltó, a segédváltó pedig a terhelés alatt kapcsolható powershift egység. Ez a fejlesztés a traktorok termelékenységének és hatásfokának növelése miatt volt létfontosságú. A terhelés alatt kapcsolható sebességváltóművek legegyszerűbb megvalósítása a nyomatéknövelő (8. ábra).



8. ábra: A nyomatéknövelő; (Egyed, 2001)

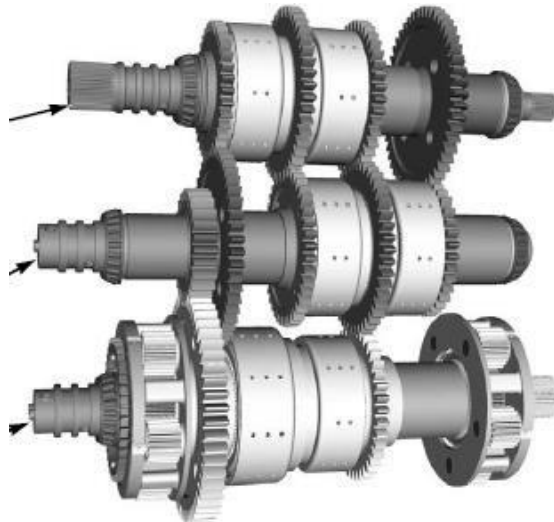
A nyomatéknövelő egy bolygóművön át egy melléktengely-kapcsoló segítségével képes csökkenteni a fordulatszámot és növelni a leadott nyomatékot. Ez azt eredményezi, hogy a kapcsolható fokozatok száma megkétszereződik, ugyanis minden fokozathoz tartozik egy közvetlen fokozat, amikor a nyomatéknövelő nem avatkozik bele, illetve egy lassító áttétel, ami terhelés alatt bármikor kapcsolható. (Egyed, 2001)

Az egyszerű nyomatékváltók nem biztosítják a gépkezelő számára megfelelően széles skálát a rendelkezésre álló 2 terhelés alatt kapcsolható fokozatukkal, bár sok esetben ez is nagy segítség tud lenni. Erre a célra fejlesztették ki a csoport powershift váltókat, melyben a fő sebességváltó fokozatai terhelés alatt kapcsolhatóak (rendszerint 3 vagy 4 fokozat), míg a segédváltómű a csoportváltó feladatát látja el, egy szinkronizált váltóműként. Ez a szerkezet már sokkal tágabb határokat biztosít, a munkaműveletek során, amellet, hogy csak a terhelés alatt kapcsolható elsődleges sebességváltóművet kell működtetni.



9. ábra: Csoport powershift váltómű rajza; (www.bozemanhorseboard.com)

A teljes powershift váltók, köznyelven full powershift váltók, az általuk biztosított sebességtartományban képesek biztosítani a terhelés alatt kapcsolható váltást. Ez annak köszönhető, hogy a szinkrongyűrűk helyett minden fokozathoz tartozik egy tengelykapcsoló, melyek különböző kombinációja adja a fokozatok összességét (9. ábra). Ezek a tengelykapcsolók hidraulikus működtetésű, többletárcsás, nedves tengelykapcsolók, melyek sokkal kisebb méretűek a hagyományos tengelykapcsolóknál. (Egyed & Kozorics, 2008)



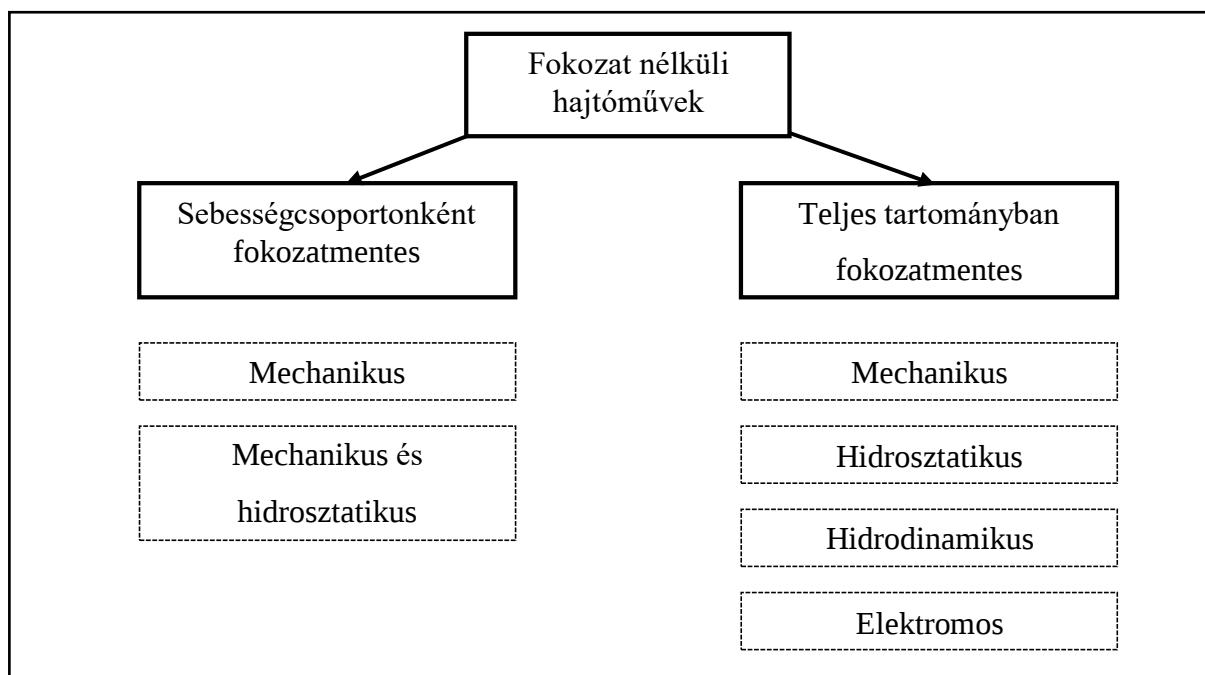
10. ábra: Powershift váltó tengelyei; (Challenger MT 700C Service Manual)

A powershift hajtóművek felépítése agyon hasonló az automata váltókéhoz, különböző bolygóműveket, tengelykapcsolókat és hozzájuk tartozó fékeket építenek be, amelyek hidraulikus nyomás hatására modulációs szelep segítségével kapcsolják a különböző fokozatokat.

Powershift váltó esetén a fokozatok kapcsolása a tengelykapcsolók és fékek különböző kombinációival valósul meg. A használni kívánt fokozat kiválasztása történhet a gépkezelő által egy kapcsolóval, vagy gombbal; vagy automatikus kapcsolással, de a kapcsolást minden esetben a gép szelepei végzik. A kapcsolás hatására a vezérlő egység elveszi az olajnyomást az oldani kívánt fokozat tengelykapcsolójától és ezzel szinkronban rá vezéri azt a kapcsolni kívánt fokozat tárcsás kuplungjára. (Egyed & Kozorics, 2008)

2.6 Fokozat nélküli sebességváltóművek

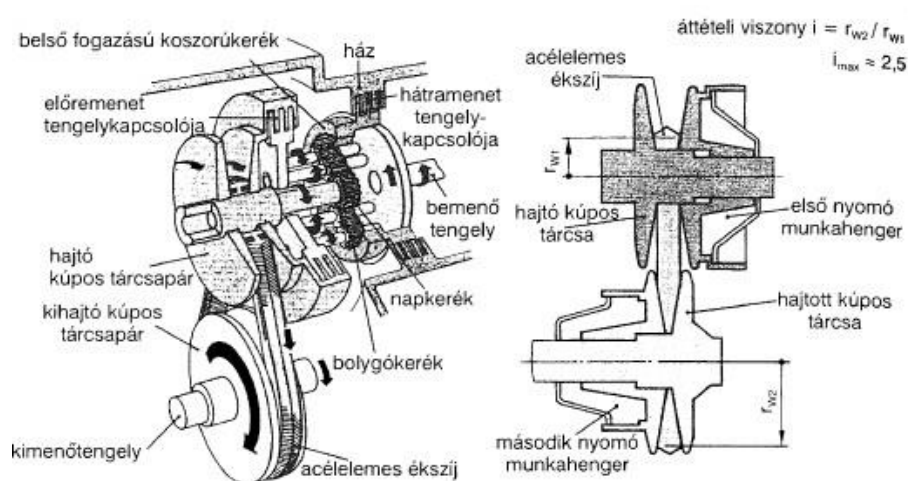
A mai korszerű sebességváltóművekkel szemben elvárt egyik legfontosabb követelmény, hogy a motor minden körülmény közt az ideális fordulaton, nyomatékon lehessen tartani, terheléstől függetlenül. Ezt a gyakorlatban jól megvalósítják azok a terhelés alatt kapcsolható hajtóművek, melyek több sebességi fokozattal rendelkeznek és azok gyorsan és könnyen kapcsolhatók, de a legjobban a fokozatmentes váltóművek tesznek eleget a követelményeknek. A fokozat nélküli váltóművek lényegében végtelen sok áttétellel rendelkező erőátviteli berendezések, ami azt jelenti, hogy a motorfordulatszám figyelembevételével minden esetben megvalósítható a kívánt áttétel. A fokozatmentes váltóművek változatait a 11. ábra mutatja be. Hidrodinamikus és elektromos hajtóművek használata nem jellemző mezőgazdasági erőgépek esetén, mivel technológiailag nehezen megvalósítható



11. ábra: Fokozatmentes váltóművek csoportosítása;(Egyed & Kozorics, 2008)

2.7 Mechanikus fokozatmentes váltóművek

A mechanikus fokozatmentes hajtást, vagy másnéven variátor-tárcsás hajtást a mezőgazdaságban számos helyen alkalmazzák, például betakarító és önjáró szecskázó gépeken, illetve a járműtechnika számos területén élő fordul, azonban a traktor technikában nem igazán alkalmazható nagy helyigénye és kis teljesítmény-átvivő képessége miatt. A mechanikus fokozatmentes váltómű részei a 12. ábra szemlélteti:

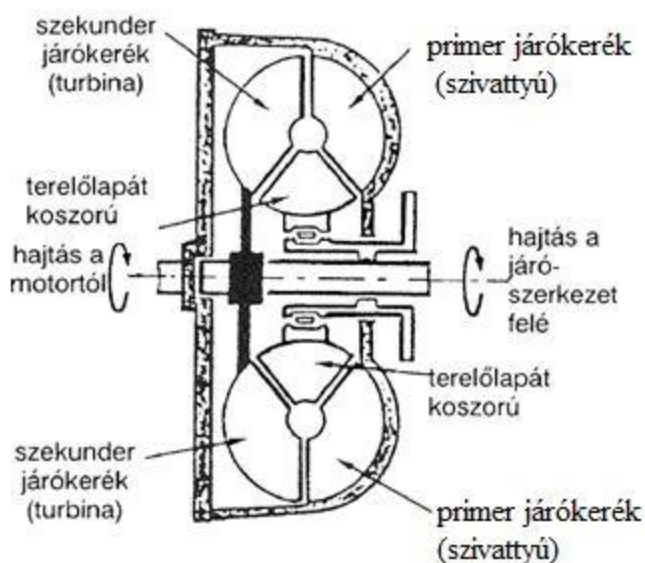


12. ábra: Variátor-tárcsás ékszíjhajtás;(Egyed & Kozorics, 2008)

A behajtó tengelyen helyezkedik el a hajtómű előre- és hátramenetért felelős bolygómű, menetirányonként egy-egy többtárcsás, tengelykapcsolóval. A be- és kihajtó tengelyen egy-egy kúpos ékszíjtárcsa található, amiket hidraulikus munkahengerek állítanak tengelyirányban. A két tárcsát acéllemezekből és szekciókból álló ékszíz kapcsolja össze. A tárcsa egymásközi távolság állítása során az az átmérő változik, amelyen az ékszíz felfekszik. A két átmérő egymással ellentétesen változik, a legnagyobb áttétel úgy érhető el, ha a hajtótárcsa felei közt nagy hézag van (a legkisebb átmérőn fut az ékszíz), míg a hajtott tárcsa felei egymáshoz közel vannak (a legnagyobb átmérőn fut a szíz). (Egyed & Kozorics, 2008)

2.8 Hidrodinamikus sebességváltók

A hidrodinamikus hajtóművek áttételezése az hajtóműolaj kinetikus energiájának használatával változik meg. A hajtómű kettő primer járókerékből (szivattyú), egy közéjük helyezett terelőlapát koszorúból, és kettő szekunder járókerékből (turbina) áll. A primer kerekektől érkező olajáramnak a terelőlapát ad fordulatot, ami a szekunder kerekekre hat át. Ez a megoldás a nyomatékot többszörösére képes megnövelni, akár 5-ször nagyobb is lehet a kihajtótengelyen a behajtóhoz képest. Alacsony hatásfokuk miatt traktor üzemben csak nagyon ritkán használják, akkor is csak állandó fokozatú hajtóművel kapcsolva. (Egyed & Kozorics, 2008)



13.ábra: Hidrodinamikus váltómű; (Egyed & Kozorics, 2008)

2.9 Hidrosztatikus fokozat nélküli sebességváltók

A hidrosztatikus hajtóművek az egyetlen fokozatmentes sebességváltó típus, mely elterjedt az erőgép-technikában. A hajtómű a magas szintű gyártási technológiai igény jellemzi. Két nagy egységre osztjuk a szivattyú és a motor, ezek alapján az alábbiakat különböztetjük meg:

- állandó térfogatkiszorítású szivattyú és állandó nyelésű motor,
- változtatható térfogatkiszorítású szivattyú és állandó nyelésű motor,
- állandó térfogatkiszorítású szivattyú és változtatható nyelésű motor,
- változtatható térfogatkiszorítású szivattyú és változtatható nyelésű motor.

A felsorolt típusok közül az első csak fordulatszám módosítására (sebességhatárolás) képes, a második verzió az úgy nevezett állandó nyomatékú váltó, kis méretű erőgépekben használják. A harmadik típus esetén a hátramenet nem kivitelezhető, ezért a valóságban nem alkalmazzák.

A változtatható térfogatkiszorításos szivattyú és módosítható nyelésű motor lehetővé teszi a legtágabb határok között a sebesség és nyomatékváltoztatást, ezentúl képes a hátrameneti fokozat megoldására is. A gyakorlatban többnyire állandó fokozatú hajtóművel egyben szerelik, a magasabb hatásfok produkálásának érdekében. A fix fokozatú váltóval lehet csoportot választani, utána a hidrosztatikus váltó 0 km/h-tól a fix fokozattal elérhető végsebességéig biztosít fokozat nélküli kapcsolást. Ebben az esetben minél nagyobb a végáttétel, az erőgép annál nagyobb sebesség elérésére képes.

A hatásfok javítása érdekében a hidrosztatikus hajtásokban, Jarchow fokozatnélküli teljesítmény elágazásos hajtóművet fejlesztett ki, melynek oka, hogy a mechanikus fokozatok alsó és felső áttétele fedésben legyen a szomszédos fokozatok végső áttételeivel, azonban a két esetben a hatásfok nem azonos, ugyanis a hidrosztatikus sebesség csökkentésnek kisebb az energiaigénye, mint a gyorsításnak, ezzel energiát spórolva.

A Fendt Vario váltója is ezen az elven működik, a motorból érkező hajtást egy bolygóműben ágaztatják szét. A gyűrűkerék a szivattyút hajtja, a hidromotor pedig az összegző tengelyt hajtja meg, innen kerül a hajtás a traktor kerekeire.

A fokozatmentes váltók nagyfokú kiterjedését a megszokotthoz képest gyenge (70-80 %) hatásfokuk akadályozza. Ez a hatásfok jobb a részben fokozatmentes váltók esetén, ahol a fő hajtóművet egy fixfokozatú segédváltóművel egészítik ki. (Egyed & Kozorics, 2008)

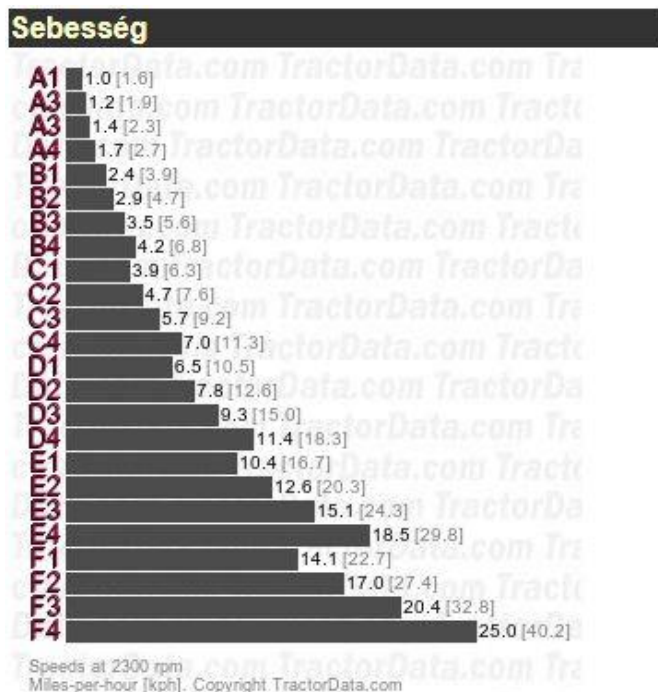
3. A John Deere 6630 premium traktor bemutatása



15. ábra: John Deere 6630 Premium traktor

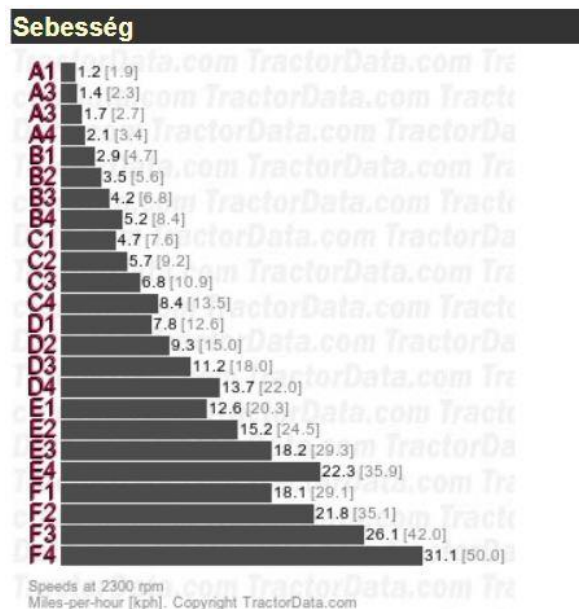
Ezt a modellt a John Deere gyár 2006-ban vezették be a piacra és egészen 2011-ig gyártotta. A traktor 2009-ben átesett egy modellfrissítésen ahol számtalan korszerűsítésen esett át. Egy, a kisebb és közepes méretű gazdaságoknak kifejezetten kompatibilis gépről beszélünk, mert külső paraméterei lehetővé teszik, hogy a könnyű szántóföldi munkákon kívül a nehezebb talajmunkákban is részt vegyen. Az erőgépet egy a korábbi típusokból már ismert 6.8 literes 6 hengeres John Deere motor hajtja. Az elődjéhez képest ezen a motoron már helyet kapott egy kipufogógáz visszavezető rendszer, és egy elektromos aktuátorral működtetett változógeometriás turbó feltöltő is. Ezekre főként az egyre szigorúbb környezetvédelmi szabályozások miatt volt szükség, illetve a még optimálisabb teljesítmény eléréséhez. Az erőgép ezekkel a korszerűsítésekkel évjárattól függően 95-től 99 kW-ig tudott teljesítményt leadni, ezt egy úgynevezett intelligens teljesítménykezeléssel további 110 és 114 kW-ig tudta fokozni. Fontos megemlíteni, hogy más típusokban ezt a motort hasonló fizikai paraméterekkel, magasabb teljesítménnyel is megalkották, ami arra enged következtetni, hogy ebben a típusban motorikusan még van tartalék. A traktor ön súlya 5222 kg, amely tovább súlyozható akár 10 000 kg-ig. (Tracktordata)

A típus több különböző hajtóművel is kapható volt, így a tulajdonos könnyedén kiválaszthatta a számára legoptimálisabbat. Az alap kivitel egy John Deere PowerQuad Plus váltóval volt ellátva, amely a 24 előre, és 24 hátrameneti fokozatot biztosított felhasználójának. Ez a 40 km/h maximális sebességre volt képes, 6 csoportfokozattal és csoportonként 4 terhelés alatt kapcsolható fokozattal volt ellátva, illetve egy irányváltóval. (Tractordata)



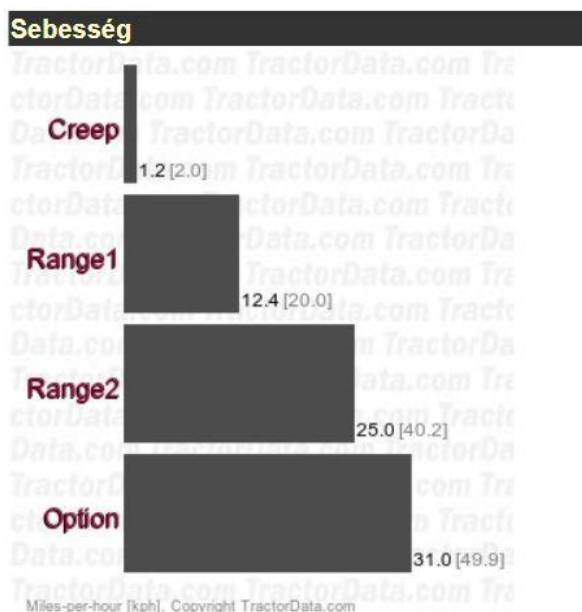
16. ábra: John Deere PowerQuad Plus sebességváltó fokozat osztása. (Tractordata)

A következő verzió, a John Deere AutoQuad Plus névre hallgat, ahol szintén 24 fokozat közül lehet megválasztani a megfelelőt, annyi különbség van az alapkivitelhez képest, hogy ezt kérhették 50 km/h végsebességgel, illetve ellátták egy olyan komfort kiegészítővel, hogy a csoportoként kapcsolható 4 darab terhelés alatt kapcsolható fokozatot tudja automatán is kapcsolni, fordulatszám és terhelés függvényében.



17. ábra: John Deere AutoQuad Plus sebességváltó fokozat osztása. (Tractordata)

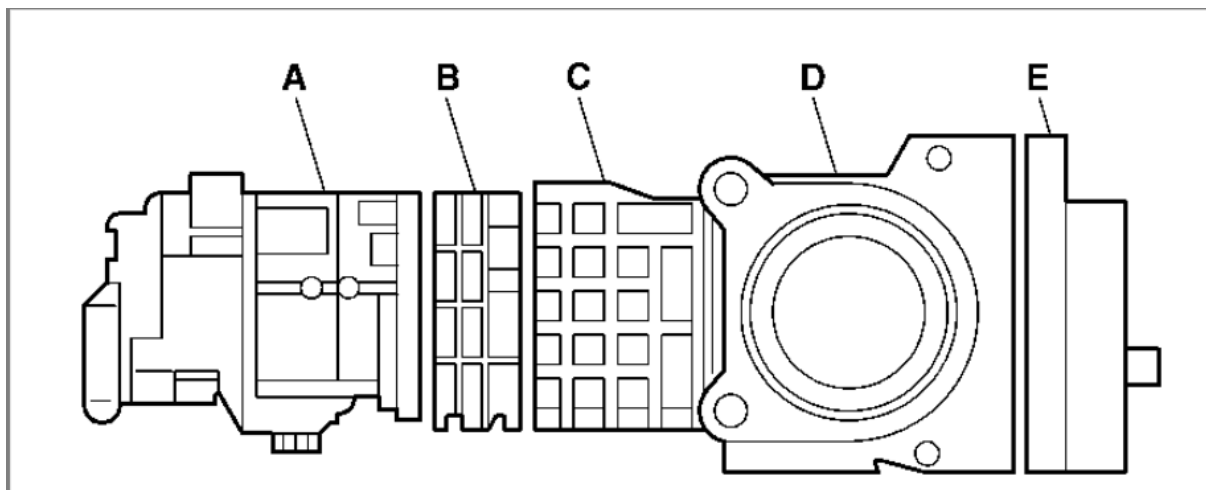
A harmadik opció egy fokozatmentes sebességváltó volt, mely a John Deere Auto Power IVT elnevezésre hallgatott. A váltót ellátták mászó fokozattal, amely 2 km/h-ig terjedt, onnantól lépett életbe az alacsony és a magas sebességtartomány, melyet a munkának, illetve a terhelésnek függvényében változtatunk. A tartományokon belül teljesen fokozatmentes sebességválasztást tapasztalhatunk a hidromotor és a változtatható nyelésű hidraulika szivattyúnak köszönhetően.



18. ábra: John Deere AutoPower IVT- sebességváltó fokozat tartományai. (Tractordata)

4. Power Quad váltó működése, elhelyezkedése

A John Deere traktorok PowerQuad hajtóműve két fő részből tevődik össze, a PowerQuad modulból (terhelés alatt kapcsolható fokozatok, és az irányváltásért felelős részegység), és a csoportváltóból. Az elektromos működtetésű PowerQuad váltókból a már fent említett két kivitel kapható, a PowerQuad Plus, és az AutoQuad Plus hajtómű. A két verzió közt csak a kapcsolásban van eltérés. Ehhez egyedi igénynek megfelelően kapcsolható még egy opciós (mászó) fokozatot biztosító hajtómű.



19. ábra: PowerQuad hajtómű elrendezése.

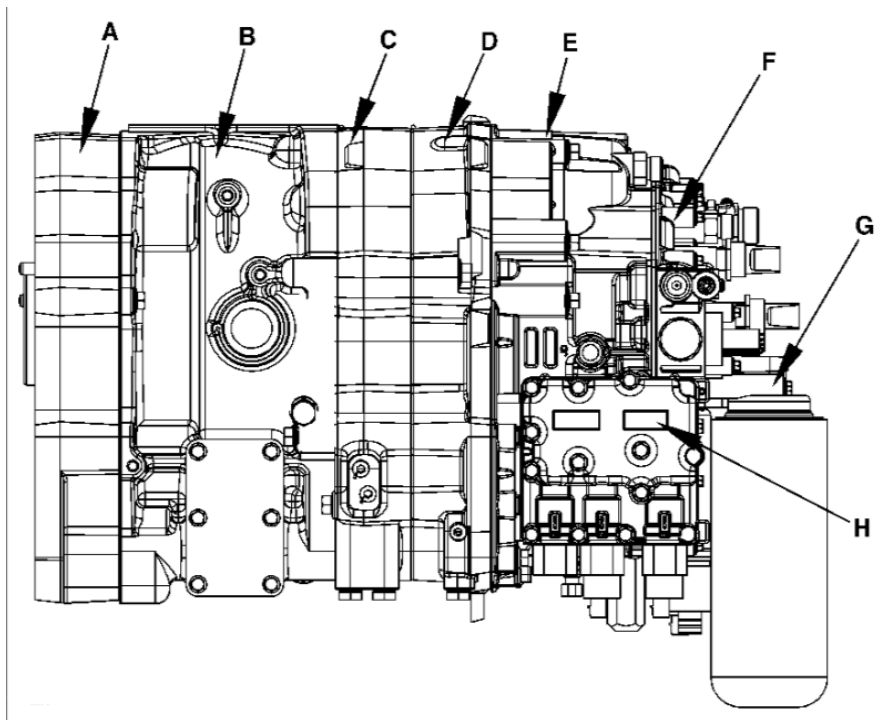
- A – a PowerQuad modul,
- B – opciós vagy mászó fokozatért felelős hajtómű,
- C – csoportváltó,
- D – differenciálház,
- E – a TLT- ház.

A PowerQuad modul (A) tartalmazza az előremeneti kuplungot, illetve a hátrameneti féket, ezen felül egy több lépcsős bolygóművet, és a hozzá tartozó B1, B2, B3, fékeket, és a C4 direktfokozatot is, melyek különböző kapcsolásával választható ki 1-től 4-ig a terhelés alatt kapcsolható fokozat, tehát ez az egység felel az előre, illetve hátramenetért, a csoportonként kapcsolható fokozatokért, és az üres állásért. A fokozatok kiválasztását különböző szelepekkel, olajnyomással végzi, ennek köszönhető az automatikus elindulás, és terhelés alatt kapcsolás is.

A csoportváltó (C) magába foglalja a differenciálmű hajtótengelyét, a csoport fogaskerekek és hozzájuk tartozó kapcsoló elemek hajtótengelyét. A csoportváltó kiosztása több féle lehet, 4 fokozatból álló (A-D), 5 fokozatból álló (A-E), és a 6 fokozatból álló (A-F) verzió, az, hogy az erőgépből melyik található, azt a modelltől és a haladási sebesség határozza meg.

4.1 PowerQuad váltó vázlat

A képen egy elektromosan működtetett PowerQuad modul részei figyelhetők meg kívülről.

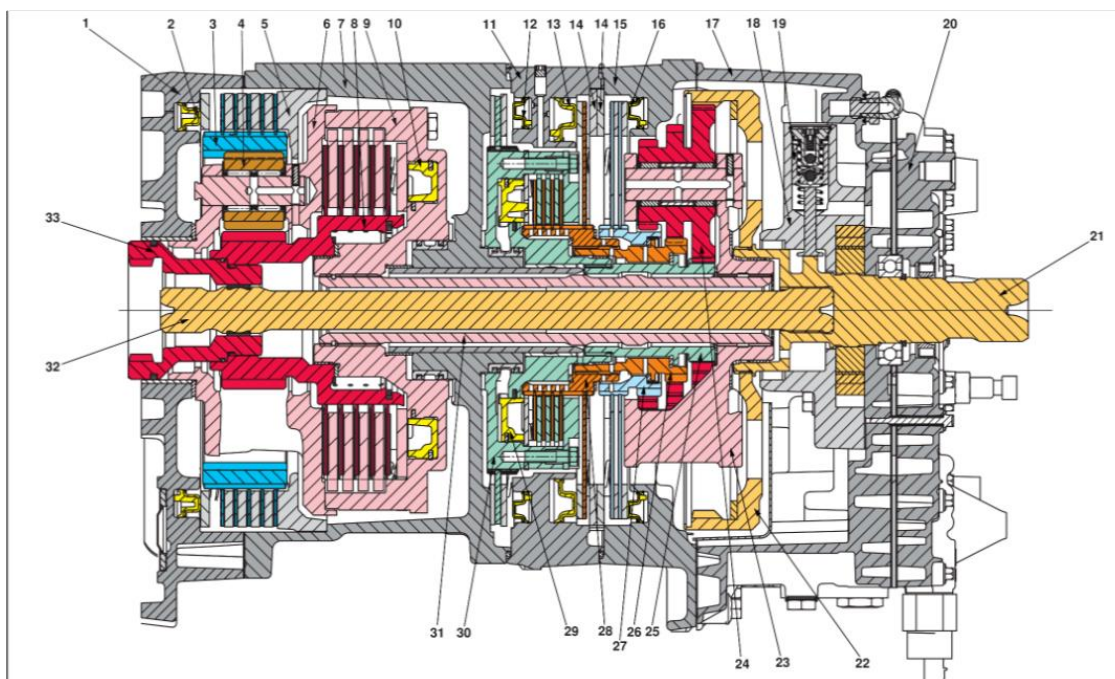


20. ábra: PowerQuad modul részei

- A – hátrameneti fék ház,
- B – bolygómű ház, és C4 kuplung,
- C – a B2, B3 fék ház,
- D – a B1 fék ház,
- E – mellső hajtómű fedél,
- F – mellső szelepház,
- G – hajtóműolaj-szűrő ház,
- H – vezérlő szelepház.

A PowerQuad modulról eddig írtakat azzal egészíteném ki, hogy ez az egység tartalmaz egy különálló hajtóműolaj-szivattyút is, amely biztosítja számára az elegendő olajnyomást, illetve mennyiséget, mind a kapcsolások működtetéséhez, mind a megfelelő kenéshez és hűtéshez. Ezen felül biztosítja a hátsó differenciál zár, hátsó illetve mellső TLT működtetéséhez szükséges olajnyomást. Olajtartályként is funkcionál, illetve tartalmaz egy olyan pneumatikus szivattyút is, amely 0,069 – 0,138 bar nyomást tud előállítani annak érdekében, hogy a nem használt kuplungoktól az olaj távozzon

4.2 A PowerQuad modul metszete



21. ábra: Power Quad modul metszete

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 – Hátrameneti fék ház, | 17 – Mellső hajtóműfedél, |
| 2 – Hátrameneti fék dugattyú, | 18 – Hajtómű olajszivattyú, |
| 3 – Fogaskoszúr, | 19 – Pneumatikus szivattyú, |
| 4 – Bolygókerék, | 20 – Mellső szelepház, |
| 5 – Nyomólap tárcsaköteggel,
hátrameneti fék, | 21 – Hajtómű bemenő tengely, |
| 6 – Előremeneti tengelykapcsoló,
hátrameneti fék, | 22 – Bolygómű bemenő fogaskerék, |
| 7 – Bolygómű ház és C4 tengelykapcsoló, | 23 – Bolygókerék hordozó, |
| 8 – tengelykapcsolóagy, | 24 – Bolygókerék, |
| 9 – Előremeneti tengelykapcsoló, | 25 – 3. fokozat napkerék, |
| 10 – Előremeneti tengelykapcsoló dugattyú, | 26 – 2. fokozat napkerék, |
| 11 – B2-B3 fék ház, | 27 – 1.fokozat napkerék, |
| 12 – 3. fokozat dugattyú, | 28 – tengelykapcsolóagy, |
| 13 – 2. fokozat dugattyú, | 29 – C4 dugattyú, |
| 14 – Elválasztó lemezek, | 30 – C4 tengelykapcsolódob, |
| 15 – B1 fék ház, | 31 – Hajtótengely, |
| 16 – 1. fokozat dugattyú, | 32 – TLT- hajtás, |
| | 33 – Hajtómű kihajtó tengely. |

4.3 PowerQuad modul egyes fokozataiban kapcsolt elemei

	K1 mágnes szelep (Y40)	K2 mágnes szelep (Y39)
Első fokozat	•	•
Második fokozat		•
Harmadik fokozat		
Negyedik fokozat	•	

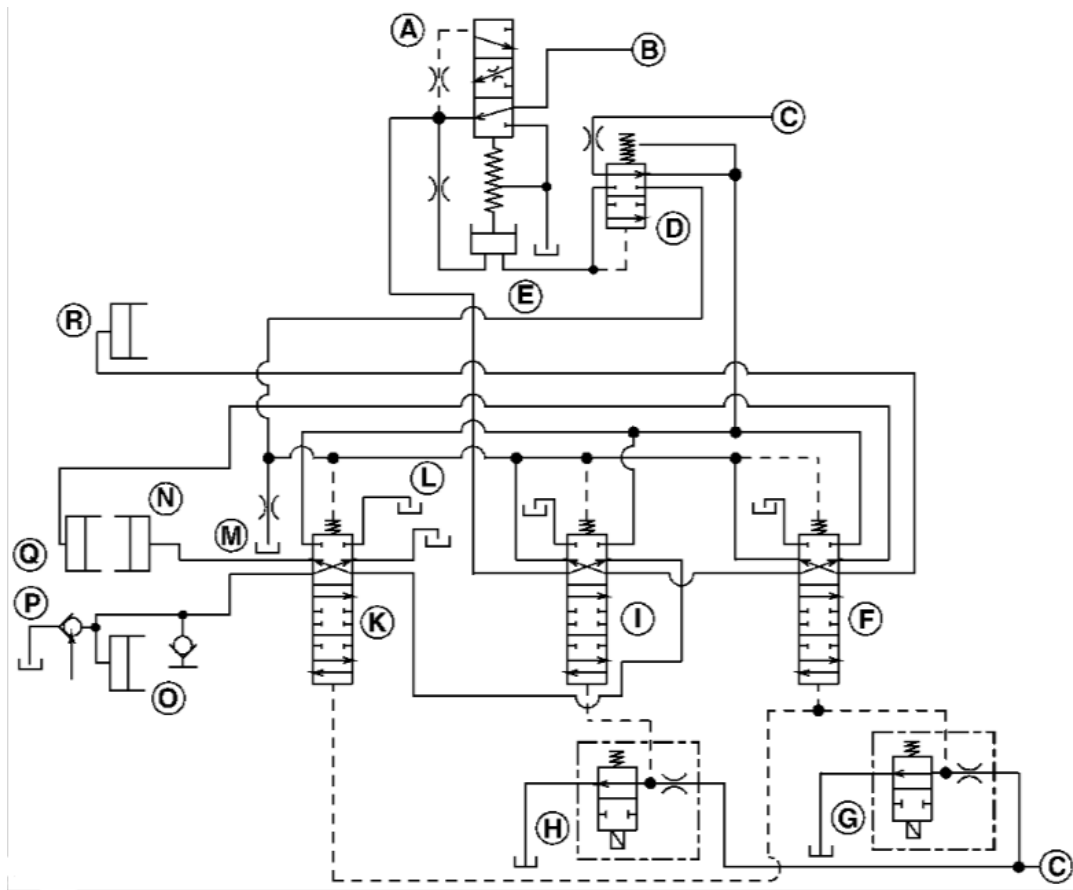
2. táblázat: Mágnesszelepek állapota a különböző fokozatokban

A táblázatból kiolvasható, hogy a modul által biztosított négy terhelés alatt kapcsolható fokozatnál, a különböző fokozatok eléréséhez milyen kombinációval juthatunk el.

	B1	B2	B3	C4	Előremeneti kuplung	Hátrameneti fék
1. előre	•				•	
2. előre		•			•	
3. előre			•		•	
4. előre				•	•	
1. hátra	•					•
2. hátra		•				•
3. hátra			•			•
4. hátra				•		•

3. táblázat: Bekapcsolt elemek összefoglalója

A hidraulikus kapcsolási rajz a 3. fokozat kapcsolását mutatja be. A mágnesszelepeket egy EPC névre keresztelt vezérlő számítógép végzi, annak alapján, ahogy a fokozatváltó karon lévő két elektromos kapcsolót működtetjük. A modulációnak, amit egy modulátor szelep végez, illetve a hidro akkumulátornak és a visszatérő szelepeknek köszönhetően az egyes fokozatok közt az átkapcsolás megvalósításához nem kell működtetnünk a tengelykapcsoló pedált, hiszen ez helyettünk a modulátor szelep végzi el.



22. ábra: Fokozatkapcsolás hidraulikus rajza

A – fokozatváltás modulációs szelep,
 B – 2. rendszernyomás szelep,
 C – 1. rendszernyomás szelep,
 D – visszatérő szelep,
 E – akkumulátor, fokozatváltás szelep,
 F – a B1-B2 kapcsoló szelep,
 G – a K1 szolenoid szelep,
 H – a K2 szolenoid szelep,
 I – a B2-B3 kapcsoló szelep,

K – a B3-C4 kapcsoló szelep,
 L – középső visszatérő szelep,
 M – magas visszatérő szelep,
 N – a B3 fék,
 O – a C4 tengelykapcsoló,
 P – anti-kavitációs szelep,
 Q – a B2 fék,
 R – a B1 fék.

5. Hibafeltárás

5.1 Hibajelenség

A gépkezelő elmondása alapján azt tapasztalta, hogy ha a traktor motorfordulata alacsony, a váltó olaja üzemmeleg akkor, ha a sebesség váltó Power quad modul által kapcsolható fokozatai közül az egyes fokozatba teszi az erőgépet, az rövid idő után hangjelzést ad, illetve a műszerfalon kigyullad a váltó alacsony olajnyomását jelző lámpa, majd üres fokozat kapcsolja magát. A hiba nem függ össze a hideg-meleg üzemállapottal sem, továbbá a terhelés nagysága, mértéke sem befolyásolta, viszont a motorfordulat növelésével (1500 f/perc felett) a hiba nem jelentkezett. Ennek oka az lehet, hogy a feltételezett olajszivárgást kompenzálni tudja a váltó rendszernyomásáért felelős olajszivattyú.



23. ábra: Hibakód

5.2 Hibakeresés

A hibakeresést a gép tárolt hibakódjainak kivizsgálásával kezdtem. Mivel több hibakódot is találtam, ezért azok mentése után első körben töröltem azokat, hogy le tudjam szűrni, a jelenleg aktuális hibakódot. Ezt követően elő idéztem a hibát, és újra vizsgálgódtam a tárolón. Az ötletem jónak bizonyult mivel máris csak egy hibakóddal kellett szembe néznem. A hibakód a PowerQuad modulvezérlő elektronikájának (EPC) hibakód listáján volt, méghozzá EPC 000127.01-Hajtómű olajnyomás túl alacsony. A hibakódból arra következtettem, hogy vagy a hajtómű hidraulikaolaj nyomással működtetett egységeinek valamelyike hibásodott meg, és ezáltal megnőtt a nyomásveszteség, vagy a szivattyú természetes elhasználódásából kifolyólag már nem képes megfelelő mennyiséget szállítani a megfelelő nyomáson. Utóbbira kisebb az esély, mivel csak bizonyos körülmények között idézhető elő a hiba, de a keresést teljes körűen folytatom tovább.

A diagnosztikai hibakód akkor keletkezik, ha a motor fordulatszáma 700 f/perc felett van és az EPC alacsony hajtómű olajnyomást érzékel. A hibakeresést az előírtak alapján folytatom. Első lépésként ugye vizsgáltam a hibakódokat, de mivel nem találtam másik hibakódot, ami erre a hibára utalna így folytatom a második lépéssel. A második lépés egy általános ellenőrzés, ahol vizsgálom a hajtómű olaj szintjét, az esetleges szivárgásokat, ellenőrzöm a nyomó ágba található szűrőket, esetleges fizikai elváltozást keresek, horpadás a szűrőházon, vizsgálom a váltón található olajcsöveket, esetleges meghajlás vagy repedés nem található-e, illetve a szívó ágba elhelyezkedő előszűrőt. Miután ellenőriztem az olajszintet, és a lehetséges szivárgásokat, a többi feladathoz először leengedtem a hajtóműben található olajat. Ezt követően vizsgáltam a szűrőket, de sem a nyomó ágba található finom papírbetétes szűrőket, és a szívó oldali durva szűrőt sem láttam hibásnak, vagy eldugultnak. Így visszaállítom az alaphelyzetet, hogy folytathassam a vizsgálatot. Ellenőrzöm a hajtómű olajnyomás jeladó gombáját elektromosan, ez egy diagnosztikai funkcióval könnyedén elvégezhető, belépek az EPC006-os címbe, ahol a kijelzett értéknek meg kell felelnie a következőkkel:

Tétel	Méret	Specifikáció
EPC006: B31 - Hajtómű olajnyomás kapcsoló, jel feszültség	Motor nem jár (a kapcsoló nyomásmentes: NYITOTT)	0 volt
	Motor jár (kapcsoló zárt)	5 volt

24.ábra: Kapcsoló helyes működése

A teszt során a motor először áll, és így vizsgálom a jeladót, majd a motort járatom 1800 f/perc- es motorfordulaton és ekkor is vizsgálom a jeladót. A jeladó jól működik, tovább kell keresni a hibát. Megvizsgálom a diagnosztikával a szűrőeltömődés jeladóit is, ehhez az EPC007, illetve EPC036-os címbe kell belépjek, ugyanis ehhez a vizsgálathoz a hajtómű olaj hőmérséklete meg kell haladja a 40 °C fokot. Ezt követően járatom a motort 1800 f/perc-es fordulaton, és vizsgálom, hogy a kijelzőn látottak megegyeznek-e a következőkkel:

Tétel	Méret	Specifikáció
EPC007: B07 - Hajtóműolaj-szűrő, nyomáskapcsoló, állapot	A szűrő tiszta (nincs nyomás = a kapcsoló nyitva)	XXXX0XXX
	A szűrő eltömődött (nyomás van = a kapcsoló zárva)	XXXX1XXX

25. ábra: A szűrő eltömődés jelzők működése

Mindent rendben találtam, de ellenőrzöm még fizikai szemrevételezéssel a fent említett jeladókat, és a rajtuk található csatlakozókat, illetve a hozzájuk tartozó vezetékeket. Ennek oka az, hogy ezek a jeladók alaphelyzetben nyitott állásban vannak, amiből az következik, hogy elektromos hiba esetén nem észlelhető a hiba, hiszen az ilyen jeladókat a megnövekedett olajnyomás zárja össze, így ha a két vezeték valahol összeér, generálhat hamis hibát is, viszont ha éppenséggel szakadás van az áramkörben, akkor nem jelzi az esetlegesen fenn álló hibát sem. A hibafeltárást nyomás ellenőrzésekkel fogom folytatni, hogy annak segítségével a szétszerelés előtt jobban be tudjam határolni a hibát. A PoweQuad modulon több kiépíthető mérőpont is található, melynek segítségével vizsgálható a hajtómű rendszernyomása, kenőolaj nyomása, B1, B2, B3 fékek olajnyomása, C4 kuplung olajnyomása, illetve az előremeneti kuplung és hátrameneti fék nyomása is. Az olajnyomás leesését okozhatják még olyan egységek is, amelyek a hajtómű olajnyomásával működnek. Adott esetben ez az erőgép mellső hajtásának kapcsolója, a hátsó differenciálzár kapcsolója, és a hátsó illetve opcionálisan első TLT kapcsolója.

5.3 Mérés

Az adott géptípusnak első sorban a hajtómű rendszer nyomását fogom mérni, melynek lépései, és feltételei a következők. A mérés megkezdése előtt megvizsgálom, hogy a géptípusnak milyen nyomási értékeket kellene produkálnia a megfelelő működéshez, ezt a szerelési útmutató különböző motorfordulatokon adja meg. A mi esetünkben egy John Deere 6630 premium erőgépről van szó, ennek az adatait a következő táblázatokon pirossal kerettel jelöltem.

Rendszernyomás 1000 f/p fordultnál		
6230 - 6330 traktorok	Nyomás	min. 950 kPa min. 9,5 bar min. 138 psi
6430 - 6630 traktorok	Nyomás	min. 1150 kPa min. 11,5 bar min. 167 psi
6830 és 6930 traktorok	Nyomás	min. 1500 kPa min. 15 bar min. 218 psi
7430 és 7530 traktorok	Nyomás	min. 1500 kPa min. 15 bar min. 218 psi

4. táblázat: Rendszernyomás 1000 f/perc-nél

Rendszernyomás 2100 f/p, vagy 2300 f/p fordultnál		
6230 - 6330 traktorok	Nyomás 2300 f/p-nél	1200 kPa 12 bar 175 psi
6430 - 6630 traktorok	Nyomás 2300 f/p-nél	1400 kPa 14 bar 205 psi
6830 és 6930 traktorok	Nyomás 2100 f/p-nél	1750 kPa 17,5 bar 255 psi
7430 és 7530 traktorok	Nyomás 2100 f/p-nél	1750 kPa 17,5 bar 255 psi

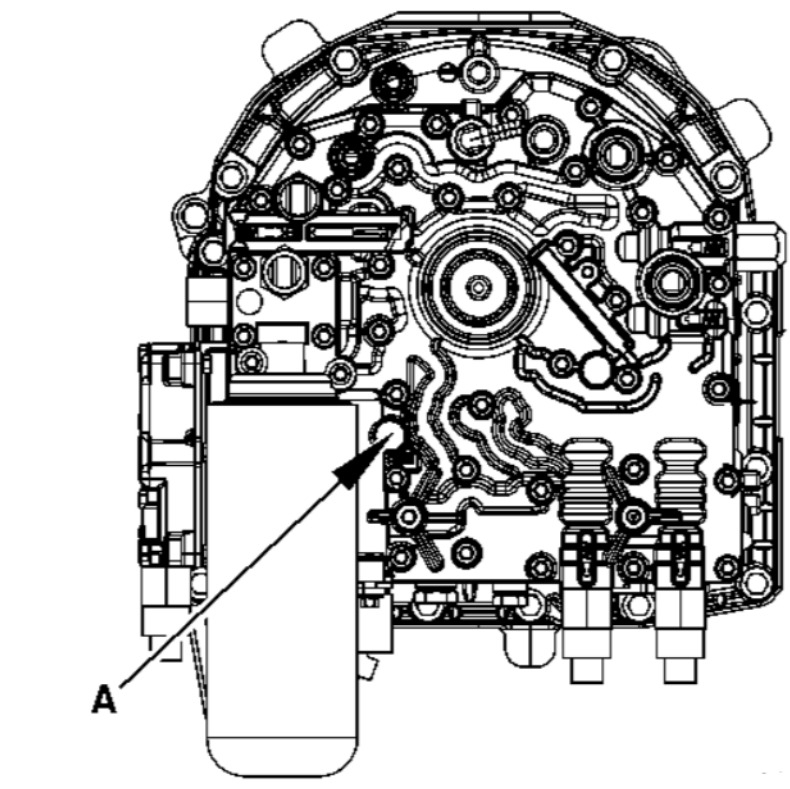
5. táblázat: Rendszernyomás 2300 1/min-nél

A mérés elvégzéséhez egy XZT Hydraulic pressure tesztet használok, amely áll egy hidraulika tömlőből, melynek egyik végét majd a PowerQuad modulon kiépített mérőpontra csatlakoztatom, a másik végéhez pedig a digitális teszterrel kötöm össze. Az óra digitális, és 0-700 bar-ig van kalibrálva, ami a mi esetünkben bőven elegendő. Mivel viszonylag kis nyomásokról beszélünk, így azért részesítem előnyben ezt az órát, mivel könnyen leolvasható, és egy tized jegyig mér. A képen néhány, szintén különböző mérésekre használt óra, illetve a méréshez használt különböző csatlakozók, illetve átalakítók láthatók.



26. ábra: Nyomásmérő teszter

A PowerQuad modulon több nyomásmérő pont is található, ezeket mérés előtt ki kell építeni, ami annyit tesz, hogy a furatban lévő záródugót ki kell tekerni, és a helyére egy, a .. ábrán látható gyors csatlakozóval ellátott közcsavart kell a helyére tenni. A szerviz leírás alapján én most első körben a rendszernyomást fogom vizsgálni, hogy egyáltalán az felépül-e, illetve vizsgálni fogom a hajtómű olajnyomásával működtetett részegységeket is, hátha valamelyiknél megfigyelhető lesz nagyobb olajszivárgás. Kiépítem a megfelelő helyre a mérőpontot.



27. ábra: Rendszernyomás mérőpontja, PowerQuad modul

A 27. ábrán A betűvel jelzett záródugó kicserélése után, erre a pontra csatlakoztattam a mérőórát. Majd ellenőrzöm a méréshez szükséges feltételeket:

- irányváltó kar üres állás,
- csoportváltó kar park állás,
- hajtómű olaj hőmérséklete 45 °C felett.

A mérés során vizsgáltam 1000 1/min-es motorfordulaton, és 2300 1/min-es fordulatszámon is a nyomást, ezek alakulását a következő táblázatban szemléltetem. A nyomás nem változott sem a mellsőhajtás, sem a differenciálzár, sem pedig a TLT be és ki kapcsolásával, ebből arra következtetek, hogy ezek a részegységek jól működnek, és nem ezek okozzák az erőgép fennálló hibáját.

motorfordulat (1/min)	minimum nyomás (bar)	mért nyomás (bar)
1000 1/min	11,5 bar	11,8 bar
2300 1/min	14 bar	14,6 bar

6. táblázat: Rendszernyomás eredményei

A mérés során azt a következtetést vontam le, hogy a kapott adatok alapján a hajtómű olajszivattyúja jól működik, és a róla működtetett funkciók sem produkálnak hibát. A hiba lokalizálása érdekében folytatom a méréseket a következő pontokon:

- előremeneti tengelykapcsoló,
- hátrameneti fék,
- a B1 fék,
- a B2 fék,
- a B3 fék,
- a C4 tengelykapcsoló,
- kenőolajnyomás.

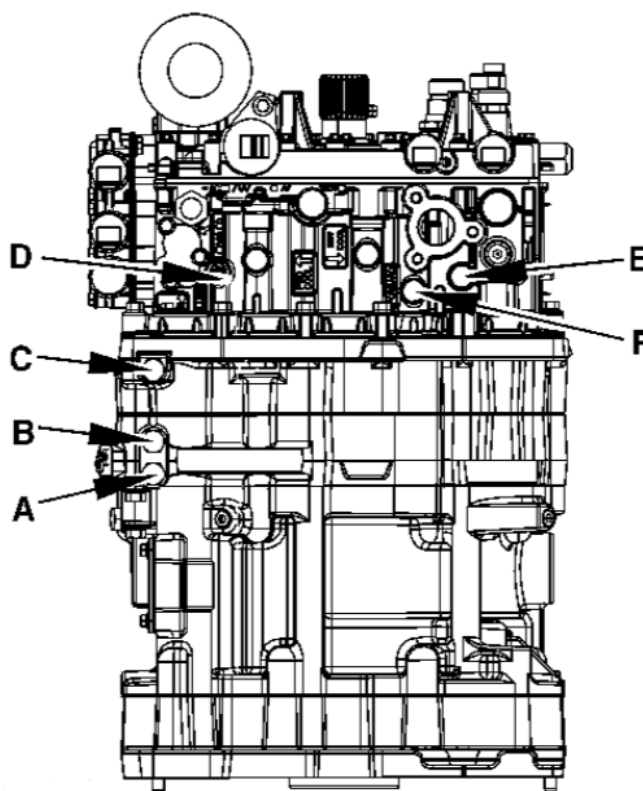
Az eljárás a következő képpen zajlott, a 28. ábrán látható mérőpontokra csatlakoztam egyesével, sorrendben először az előremeneti kuplungot vizsgáltam, kicseréltem a záródugót a csatlakozóra, a csoportváltót park állásban hagytam, az irányváltót előremeneti állásba. közben vizsgáltam a nyomást. Ugyan így tettem a hátrameneti fékkel is, csak ott az irányváltó kart hátramenetbe kapcsoltam. Az eljárás a B1, B2, B3, fékeknél, és a C4 kuplungnál sem változott sokat, azzal a különbséggel, hogy az irányváltó kart üres állásba kapcsoltam, kézfékkal rögzítettem az erőgépet, majd a csoportváltót park állásból üres állásba kapcsoltam, és egyesével vizsgáltam a PowerQuad modul 4 fokozatát, miközben a motort 2300 f/perc-es fordulaton járatam. A különböző mérőpontok a 28. ábrán szerepelnek, minden mérés után visszatettem a záródugót, amit az előírásoknak megfelelően 20 Nm nyomatékra húztam meg. A kenőolaj nyomásának vizsgálatához nem egy záródugót kellett eltávolítani, hanem a hajtómű olajhőmérséklet jeladóját, mivel az általam használt mérőműszer nem egy a gyártó által meghatározott speciális mérő műszerrel, így ezt a vizsgálatot csak hibakód előidézésével tudom végre hajtani, hiszen a jeladóról le kell húzzam az elektromos csatlakozót. Ez az eljárás a vizsgálat eredményét nem befolyásolta, hiszen ez az olajnyomás járó motornál minden körülmények közt mérhető kell, hogy legyen. A vizsgálat után visszahelyeztem a jeladót és az előírtak alapján 4-7 Nm nyomatékkal meghúztam.

vizsgált kör	motorfordulatszám (1/min)	elvárt nyomás (bar)	mért nyomás (bar)
előremeneti kuplung	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
hátrameneti fék	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
a B1 fék	2300 1/min	14 bar	9,4 bar
a B2 fék	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
a B3 fék	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
a C4 kuplung	2300 1/min	14 bar	14,7 bar
kenőolajnyomás	1000 1/min	0,9 bar	0,8 bar
kenőolajnyomás	2300 1/min	2-3 bar	2,7 bar

7. táblázat: A különböző tengelykapcsolók nyomás mérési eredménye

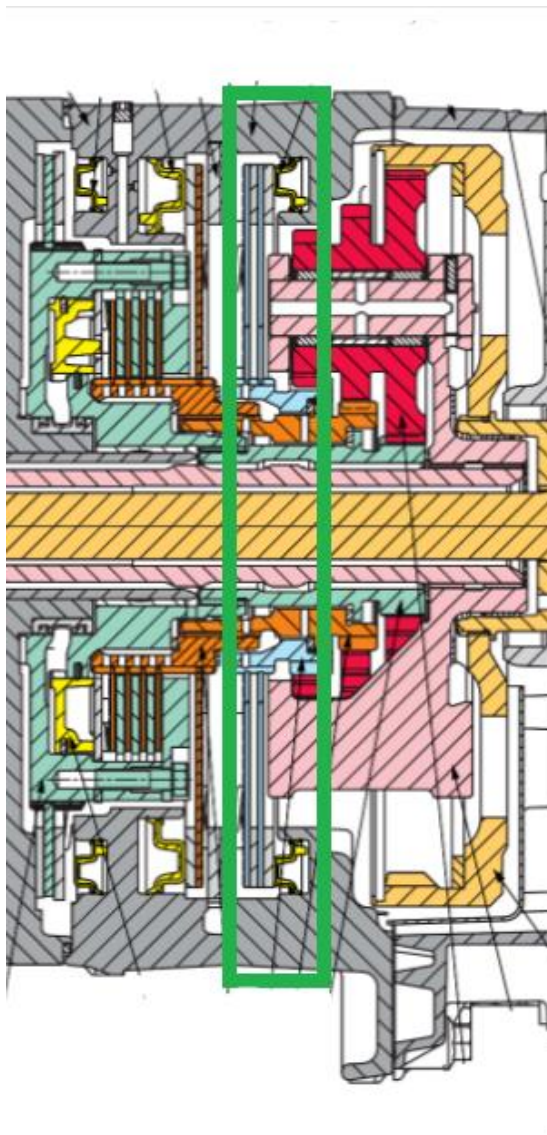
Az 28. ábrán a további mérőpontok láthatók, melyeken a mérést végeztem. Ezek a PowerQuad modul alján helyezkednek el. A C4- es fékkör mérőpontja nem látható ezen az ábrán, annak elhelyezkedése a PowerQuad egység menetirény szerinti jobb oldalán található a szűrőházzal egyvonalban.

- A. a B3 fékkör,
- B. a B2 fékkör,
- C. a B1 fékkör,
- D. kenőolaj nyomásmérő kör,
- E. hátrameneti fékkör,
- F. előremeneti kuplung kör.



28. ábra: További nyomás mérőpontok

A mérés adatait elemezve, azt állapítom meg, hogy a hiba a B1- es fék körében található. Mivel a PowerQuad modul 2, 3, 4, fokozatát ugyan azok a szelepek kapcsolják, illetve ugyan az a modulációs szelep működteti, mint az 1- es fokozatot, és azok jól működtek, így arra következtetek, hogy a hiba a B1 fék házban található. A hiba valószínűleg a tengelykapcsoló dugattyújának tömítetlenségéből fakad, de ennek feltárása a PoweQuad modul kiserelésével, és szétszerelésével állapítható meg. Az 29. ábrán zöld kerettel jeleztem, a B1 fékház és a benne található elemek elhelyezkedését.

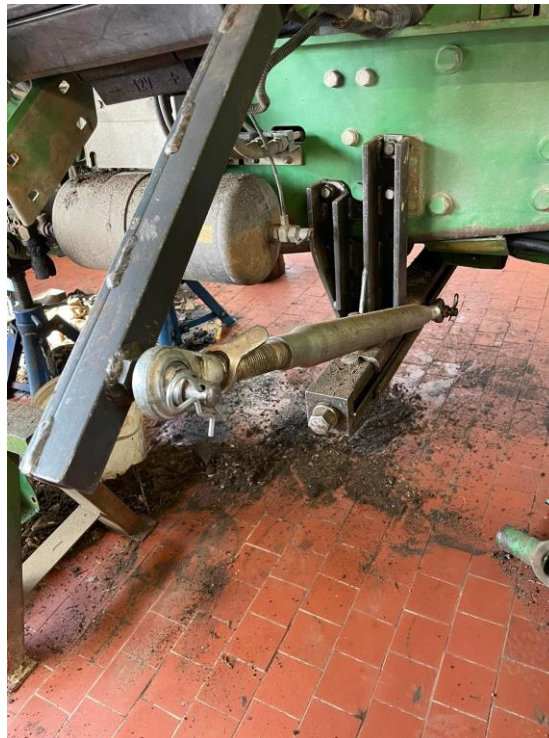


29. ábra: B1 fékház

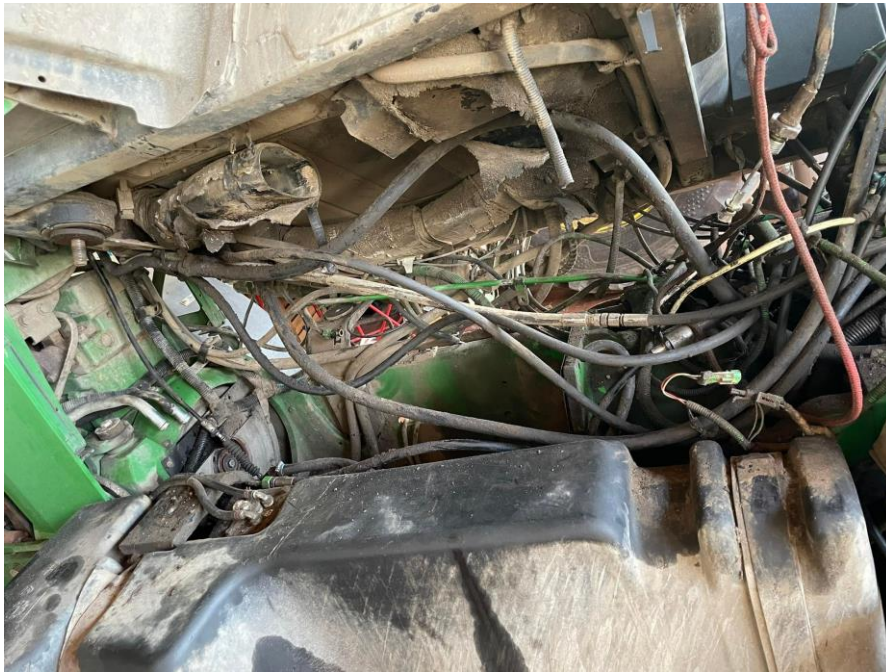
5.4 Kiszzerelés

A kiszzerelést a hajtómű olajának leengedésével kezdem meg, az erre szolgáló olajleeresztő csavarok kivételével. Miután ezt megtettem, hagyom, had folyjon ki az olaj, addig a hátsó TLT-nél eltávolítok egy műanyag dugót, amelyen keresztül kivehető a hátsó TLT áthajó tengelye. A következő lépés a fülke felbillentése, ennek folyamata a következő:

- az erőgépet sík terepre állítom,
- behúrom a rögzítőféket,
- eltávolítom a negatív akkumulátor sarut,
- lelazítom a jobb hátsó kereket, és alátámasztom a jobb hátsó véglehajtás alatt a traktort,
- eltávolítom a bal hátsó fülkeszűrő műanyag borítását,
- lekötöm a kézifék bowdenjét,
- leszerelem a kipufogót,
- jobb és baloldali létrák leszerelése a jobb hozzáférés érdekében,
- mellső és hátsó fülketartó csavarok eltávolítása és billenőcsapok beszerelése,
- fülkebillentő célszerszám felszerelése,
- fülke felbillentése, kellő körültekintéssel.

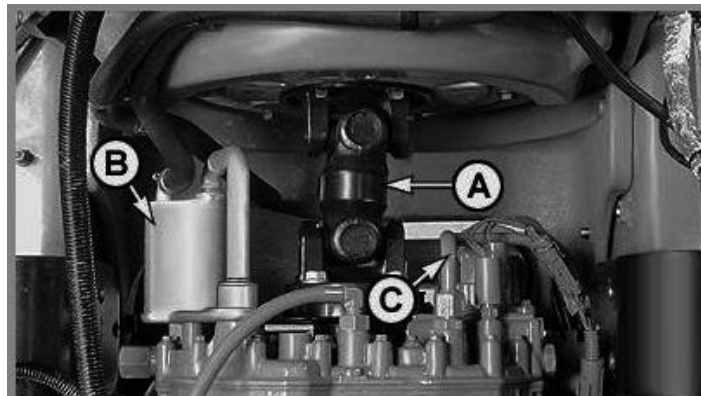


30. ábra: Fülkebillentő célszerszám



31. ábra: A felbillentett fülke

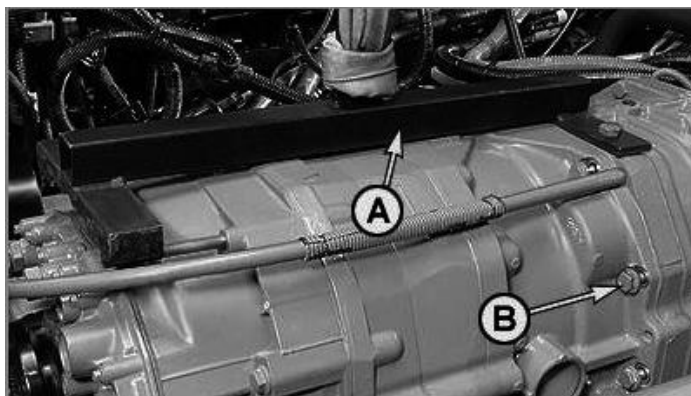
A felbillentett fülke alatt már láthatjuk a PowerQuad modult, de a javításához ezt is el kell távolítani. Először eltávolítom a motort és a váltót össze kötő kardánt, majd a hajtómű olajhűtőjét, és a váltó nyomó ágú vezetéket is.



32. ábra: A motort-váltót összekötő kardán

- A. hajtótengely,
- B. nyomó vezeték,
- C. olajhűtő.

A váltó kiemeléséhez szintén egy célszerszámot használok, ezt a 33. ábrán A betűvel jelöltem. Felszerelem a váltó tetejére, rögzítem a váltót egy emelőkötéll, elengedem a váltót felfogó csavarokat (B), majd ügyelve a biztonságra lehúztam az illesztőszegekről.



33. ábra: PowerQuad modul kiemelése

A kiemelés előtt még egyszer körbe nézem a váltót, nem hagytam-e rajta elektromos vezetékeket, vagy bármilyen hidraulikacsövet. A vizsgálatot követően körültekintően kiemelem a helyéről a PowerQuad modul.

5.5 Szétszerelés

A PowerQuad modul szétszerelését lépésről lépésre végeztem. Függőlegesbe állítottam, úgy, hogy a csoportváltó felőli oldal legyen az asztalon. Először a mellső szelepházat csavaroztam le, és vettem ki alóla a tömítéseket és elválasztó lemezeket. Minden csavart és alkatrészt külön szekcionálok, az összeszerelés megkönnyítése végett. A szelepház alatt a mellső szelepfedél található, csavarjainak eltávolítása után már levehető volt ez is. Ebben a házban kapott helyet a hajtómű szivattyúja is, ezt a későbbiekben tovább fogom bontani, hogy a szivattyút szemrevételezéssel is ellenőrizhessem. A következő egység a háromlépcsős bolygómű kiszerelése, ehhez eltávolítom a lemez fedél csavarjait, majd leemelem a fogaskoszorút, utána pedig kiveszem a bolygókerék hordozót a bolygókerekkel. A bolygókerek eltávolítása után hozzáférést kapunk a B1 fékház csavarjaihoz, miután kicsavartam őket eltávolítom a napkereket is, mivel úgy is tovább fogom bontani a hajtóművet. A B1 fékház alól eltávolítok két elválasztó lemezt, amelyek a B1 és B2 fékházat választják el. A továbbiakban szétszereltem a B3 és C4 kuplungoka is.



34. ábra: A hajtómű szivattyúja

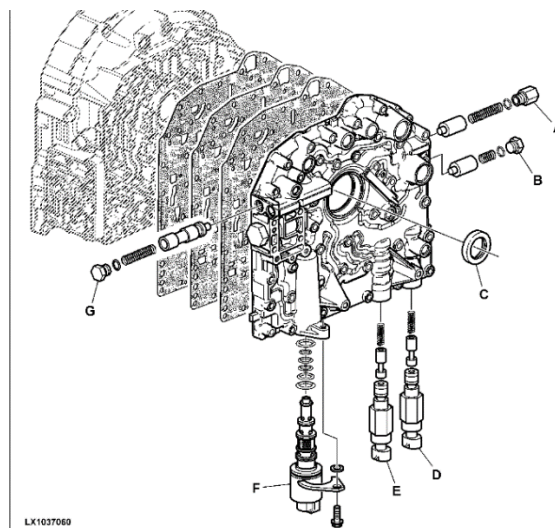


35. ábra: Kopott tengelykapcsoló tárcsái

5.6 Szétszerelés utáni vizsgálatok

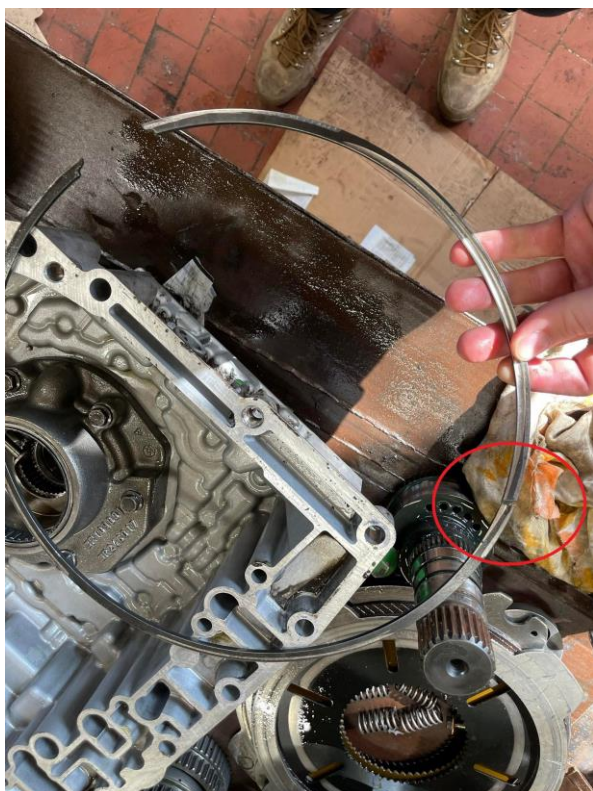
Bár az előzetes vizsgálatok kimutatták, hogy szétszerelés után a hibát a B1-es fékház környékén kell keresni, de az üzemórára való tekintettel a váltó többi elemét is szemrevételezzük, hogy esetlegesen több javítási lehetőséget adjuk a tulajdonosnak.

A szemrevételezést a mellső szelepház szelepinek vizsgálatával kezdem, mivel ennyi üzemóra után a rugók hajlamosak eltörni, ezért ezeket a szelepeket egyesével kiveszem, és ellenőrzöm, a szelepek a ..ábrán láthatóak. A következő lépcső a hajtómű fedélben található szelepek ellenőrzése, ezeket a szelepeket szintén szemmel látható kopásra és a rugó állapotra vizsgálom, mivel ezekre külön hibát nem tapasztaltak. A hajtóműház belső felében található a hajtómű szivattyúja. Méréseink alapján arra következtettünk, hogy nincs rossz állapotban, de a váltó természetes kopásából adódó forgácsok egy része koptatja ezt is, és megelőzés céljából szemrevételezem a felfekvő felületek, illetve a fogárkakat, hogy a felújításnál könnyeb legyen döntést hozni.



36. ábra: Mellső szelepház szelepei

A hajtóműház alatt a bolygótartók vannak, itt a három csapra és a rajta található tűgörgőkre kell figyelni, később ezeket is ellenőrzöm. A B1-es fékház következik, ahol egyértelművé válik a keresett hiba. Bár nem az, amire számítottunk, egy seeger gyűrű anyagfáradásos törése okozta a hibát, helyesebben ennek következménye képpen elrepedt a tengelykapcsolót mozgató dugattyú, és ez okozta a nagyfokú olajszivárgást. Tovább vizsgálom a többi elemet, illetve a lehetséges következménykárokat, majd elemzem azokat.



37. ábra: A hibás seeger gyűrű



38. ábra: A repedt dugattyú

5.7 Hibaelemzés, és eredmények

Az erőgép hibáját egy tengelykapcsoló repedt dugattyúja okozta, a dugattyú repedése valószínűleg egy következmény kár volt, mivel nem szokványos módon eltört egy a dugattyút pozícionáló seeger gyűrű. Miután a seeger gyűrű eltört, nem tudta egyenletesen támasztani a dugattyút, ami ennek következtében egyenletlenül kapta a terhelést, így olyan erők is felléptek, melyet az öntvény dugattyú merevségének köszönhetően nem tudta tolerálni. A repedésnek köszönhetően magasfokú olajnyomás veszteség volt tapasztalható, melyet a gép bizonyos körülmények között jelzett is, de a repedés nem volt elég nagy ahhoz, hogy a megnövelt motorfordulaton is jelezze azt az erőgép. Ennek következtében a tengelykapcsoló tárcsáit jelentősen kisebb erő nyomta össze, és így nem volt meg a megfelelő erőátvitel, csúszást eredményezett, mely a tengelykapcsoló tárcsái intenzív elhasználódásához vezetett. A hajtómű szivattyúját szétszereltem, és szemrevételeztem, arra voltam kíváncsi, hogy esetleges fémgorgács került-e a rendszerbe, és ez okozott-e károkat akár a szivattyú fogárkaiban, akár a síkon tömítő hajtóműfedélben, mivel akkor a tovább károk elkerülése végett ennek a javítása is indokolt, de nem találtam szemmel látható hibát. A szelepek rugóit is ellenőriztem, sem rugótörést nem tapasztaltam, sem pedig a szelep megszorulását, vagy erős kopását. A seeger gyűrű letört darabja beleforgácsolódott az alatta lévő tengelykapcsoló tárcsájába, így azok is cserére szorulnak.



39. ábra: A letört seeger gyűrű okozta károk egyike

6. Javítási technológia

6.1 Javítási ajánlat

A javítási ajánlatot a következő képpen állítottam össze. A partner számára három javítási verziót ajánlok fel, illetve javaslok is közülük egyet. A váltót megvizsgáltam, átnéztem, és arra jutottam, hogy több kárt nem okozott a fent említett hiba. Így először ki cikk számozom azokat az alkatrészeket, és tömitéseket, amik az összeszereléshez kellenek, ez lesz az egyik ajánlat, gyakorlatilag csak a meghibásodott alkatrészeket cseréljük, hogy a váltó újra üzemképes legyen. A második ajánlat egy nagyobb váltófelújítás, itt szerepelnek a csapágyak, bizonyos szelepek, rugók, csapok, lamellák, nyomólapok, hézagolók, opcionálisan a szivattyú is. Ez a javítás költségesebb, de az üzemórára való tekintettel javasolt. A harmadik ajánlat egy a gyártó által felújított komplett PowerQuad modul lenne, ami ebben az esetben elég költséges lenne, ezt igazából csak viszonyítási alapnak mutatom be.

Az javításra alkatrészekkel együtt írom az árajánlatot. A javítást az általam beszerzett alkatrészekkel végzem, mivel csak így vállalom rá garanciát. Természetesen, ha a partner szeretné beszerezni az alkatrészeket arra is van lehetőség, de akkor a garancia csak a próbaút megtételéig él. Az általam javasolt javítási ajánlat az első lenne, mivel gyakorlati tapasztalat az, hogy ezek a váltók jó esetben 16-17000 üzemóráig is elmennek komolyabb beavatkozás nélkül, és a vizsgálatom során azt állapítottam meg, hogy ez a váltó is jó állapotban van. Mivel a partner az erőgép cseréjében gondolkodik, és elmondása alapján évente mindössze 150-200 üzemórát ment a géppel, így gazdasági szempontokat figyelembe véve számára indokolatlan a költségesebb javítás, hiszen az Ő használata mellett az erőgép még akár évekig is hibátlanul fog működni, ráadásul mivel eladási szándéka van így egyértelmű a döntés.

Ha a gép intenzívebb használatnak lenne kitéve, és több éves terv lenne még vele, vagy esetleg most vásárolták volna, nem kérdés, hogy az általam javasolt középső ajánlatot javasolnám, hiszen a gép jó állapotban van, magas felszereltségű és a piaci ára is magasan van. A harmadik, és egyben legdrágább ajánlatot akkor javasolnám, ha a hajtóműben több alkatrész is tönkre ment volna, ezért a javítások közt nem lenne ekkora árkülönbség, illetve ha a gépben a felénél is kevesebb üzemóra lenne, mivel akkor gazdasági szempontból nézve, még évekig nem kell nagyobb költségű javítást végezni a gépen.

6.2 Alkatrész lista

Cikkszám	megnevezés	szükséges mennyiség	Ár (nettó)
RE62245	seeger gyűrű	1 db	38000 Ft
R125985	kuplung dugattyú	1 db	41000 Ft
R216292	kuplungdugattyú ház	1 db	155500 Ft
RE34786	fém lamella	1 db	23100 Ft
R116057	ferodolos lamella	3 db	20500 Ft
R163341	seeger gyűrű rögzítő	1 db	2200 Ft
R95380	alátét	4 db	950 Ft
R121682	tömítés	2 db	9500 Ft
RE39354	tömítés	1 db	7600 Ft
R127580	szimering	2 db	6500 Ft
R641952	tömítés készlet	1 db	19500 Ft
		összesen:	320 300 Ft

7. táblázat: Alkatrész lista

A javítás költségeihez tartoznak még a fel nem sorolt szerelési segédanyagok, illetve a munkadíj, ezeket a javítás előtt nem lehet pontosan meghatározni. Ezért a javítási ajánlatok közül az alkatrészek ára alapján határozom az értékét. A felsorolt alkatrészek értéke 320 300 Ft.

A másik két ajánlat ára a következő képen alakul:

1. Általunk végzett hajtómű felújítás: 1 475 300 – Ft
2. A gyártó által felújított PowerQuad modul: 3 216 800 – Ft

Az árak a munkadíjat nem tartalmazzák. A partnerrel közös megegyezés alapján a szükséges alkatrészek cseréjét fogjuk végrehajtani, a javítási útmutató utasításai szerint.

6.3 Összeszerelés

A hibafeltárás, alkatrészek tisztítás, új alkatrészek szemrevételezése, és listázása után a PowerQuad modul összeszerelésével folytattam. Az összeszerelés megkezdése előtt mivel a hajtóműben található tengelykapcsolók lamellái olajban futnak, így az új lamellákat egy éjszakával előbb beáztattam hajtóműolajba, hogy magába szívja a megfelelő mennyiséget, és elkerüljük a kopóréteg sérülését, korai elhasználódását. Az összeszerelést lépésről lépésre hajtottam végre, ügyelve a meghúzási nyomatékokra, és a helyes sorrendre.



40. ábra: Összeszerelés közben a PowerQuad modul

Az összeszerelés lépései:

- a C4 tengelykapcsoló összeszerelése,
- a B2-B3 fékház felszerelése,
- a B1 fékház összeszerelése,
- bolygómű hajtás beszerelése,
- mellső hajtóműfedél felszerelése,
- mellső szelepház felszerelése,
- olajszűrőház felszerelése.

Részegység	Mérték	Specifikáció
Hajtóműolaj-szűrő megkerülő szelep	meghúzási nyomaték	20 Nm
Olajhűtő, biztonsági szelep	meghúzási nyomaték	30 Nm
Kenőolaj biztonsági szelep	meghúzási nyomaték	20 Nm
Hátramenet mágnesszelep	meghúzási nyomaték	45 Nm
Előremenet mágnesszelep	meghúzási nyomaték	45 Nm
Engedélyező proporcionális szelep	meghúzási nyomaték	25 Nm
Kenőolaj biztonsági szelepdugó	meghúzási nyomaték	20 Nm
Mellső hajtómű fedél	meghúzási nyomaték	60 Nm
Fokozatváltó modulációs szelep	meghúzási nyomaték	12 Nm
Nyomásszabályzó szelep	meghúzási nyomaték	30 Nm
Hűtőolaj vezérlő szelepek	meghúzási nyomaték	20 Nm
Kapcsoló szelepház	meghúzási nyomaték	15 +/- 3 Nm
Kapcsoló szelepház, mágnesszelep	meghúzási nyomaték	45 Nm
Hajtóműolaj szivattyú	meghúzási nyomaték	45Nm
Fogaskoszorú fedél, lemez	meghúzási nyomaték	25 Nm
B1 fékház	meghúzási nyomaték	10 Nm
B3 dugattyú lemez	meghúzási nyomaték	60 Nm
C4 tengelykapcsoló fedél	meghúzási nyomaték	6 Nm
Írányváltó fékház	meghúzási nyomaték	25 Nm
Előremeneti tengelykapcsoló	meghúzási nyomaték	50 Nm
Tengelykapcsoló agy	meghúzási nyomaték	16 Nm

8. táblázat: Meghúzási nyomatékok

A hajtómű összeszerelése után visszaemeltem a helyére a már fentebb említett módszerrel, majd az összeszerelését a szétszereléshez képest fordított sorrendben végeztem el. Ellenőriztem a kábelkötegeket, és a különböző tömlőket, hogy nem látok rajtuk kidörzsölődést, szakadást, esetleg szivárgást. A fülke lebillentése után felszereltem a lépcsőket, felhelyeztem a kereket, és visszaépítettem a fülke tartóbakjait, és annak csavarjait. A hajtómű friss olajjal kerül feltöltésre, és természetesen a hozzá tartozó új hajtómű és hidraulika olaj szűrővel. Az olajjal feltöltés után a hajtóművet szemrevételezem, a hozzá tartozó tömlőkkel, esetleges szivárgást keresve. Az átnézést követően következhet egy indítás próba. Az indítás után figyelem a műszerfalat, hogy minden lámpa elalszik-e. Mivel a műszerfal szerint a javítás sikeres volt, ezért járattam a gépet, és közben az eljárásnak megfelelően melegítettem a hajtómű olaját az ellenőrző mérések elvégzéséhez.

Az olaja 45 °C-ig melegítettem, majd leállítottam az erőgépet, és a mérés előtt újból szemrevételeztem a PowerQuad egységet, és a hozzá tartozó egységek, olajszivárgást keresve. Nem tapasztaltam szivárgást, így ezt követően megkezdtem a mérőpontok újbóli kiépítését a referencia mérés elvégzéséhez.

6.4 Ellenőrző mérések

Mivel a hajtómű olajnyomását befolyásoló szivattyút nem cseréltük, javítottuk fel, így hasonló értékeket várok, mint a hibakeresésnél mértek, azzal a különbséggel, hogy most a B1 fékháznál mért nyomásnak is megfelelőnek kell lennie. A mért eredmények táblázatban láthatóak.

vizsgált kör	motorfordulatszám (1/min)	elvárt nyomás (bar)	mért nyomás (bar)
előremeneti kuplung	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
hátrameneti fék	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
a B1 fék	2300 1/min	14 bar	14,5 bar
a B2 fék	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
a B3 fék	2300 1/min	14 bar	14,6 bar
a C4 kuplung	2300 1/min	14 bar	14,7 bar
kenőolajnyomás	1000 1/min	0,9 bar	0,8 bar
kenőolajnyomás	2300 1/min	2-3 bar	2,7 bar
rendszer nyomás	1000 1/min	11,5 bar	11,8 bar
rendszer nyomás	2300 1/min	14 bar	14,6 bar

9. táblázat: A referencia mérés eredményei

A mérési eredményeket elemezve megállapítom, hogy a javítás sikeres volt, az erőgép újból jól működik. A próbaút megtétele után egy újabb ellenőrzés következett ezt csak szemrevételezéssel hajtottam végre, olajszivárgást vizsgáltam, illetve az erőgépet sík terepe hagytam kihűlni, amikor ellenőriztem az olajszintet és kiegészítettem azzal a mennyiséggel, amit a szűrők és az egyéb csövek, furatok elnyeltek. Ezek után az erőgép átadásra került.



41. ábra: Az össze szerelt erőgép

7. Összefoglalás

Az általam választott, és kidolgozott téma során egy John Deere 6630 Premium erőgép hajtómű hibáját állapítottam meg, dolgoztam ki a megfelelő javítástechnológiát, gazdasági szempontokat figyelembe véve döntöttem a javítás mértékéről, végrehajtottam majd ellenőriztem azt.

A bevezetésben csoportosítottam a mezőgazdasági erőgépeket, felépítésük, és alkalmazási terület alapján. Ismertettem fő részeit, majd a hajtásláncuk vizsgálatával folytattam. Részleteztem a ma ismert hajtóművek lehetséges megoldásait, előnyeit, hátrányait. Csoportosítottam őket a működésük, oldási lehetőségük, és kapcsolási módjaik szerint. Bemutattam az általam vizsgált erőgépet, néhány személyes tapasztalattal, illetve ismertettem az erőgép vásárlásakor lehetséges opciókat, tudni valókat az adott típusról.

A hibakeresés első lépéseként a vezető tapasztalatait vizsgáltam, majd az erőgéptől kértem le az információkat, hibakód formájában. Ezek után részletesen ismertettem az adott típusban található hajtómű felépítését, működési elvét, melynek segítségével elindultam a lehetséges hiba keresésére.

A hibakeresést az erőgép funkcióinak tesztelésével folytattam mely sok esetben árulkodó lehet a hibáról. A tesztelés után különböző méréseket végeztem, mely segítségével leszűrhettem a lehetséges opciókat, és lokalizálhattam a hiba forrását, illetve helyét. Kizártam az elektromos jeladók, szenzorok illetve vezetékek hibáját. Meghatároztam a hibát, amely valamilyen tömítetlenségre utalt a hajtómű PowerQuad moduljában. A további mérések megmutatták a hiba mértékét, így meghatározhattam a javítás következő lépését. A szétszerelés során vizsgáltam a többi alkatrészt is, hogy a legideálisabb javítási lehetőséget tudjam kidolgozni mind szakmailag, mind gazdaságilag. A hibafeltárás során meghatároztam a cserére szoruló alkatrészeket, illetve javítási árajánlatot adtam a hibás hajtóműre. Gazdasági és használati szempontokat figyelembe véve döntöttünk a beavatkozás mértékéről. Majd az alkatrészek beszerzése után megkezdtem a hajtómű szakszerű összeszerelését. Az összeszerelést követően az erőgépet újból tesztek alá vettem, hogy a hibát sikeresen elhárítottuk-e. Ezek meggyőző eredményt produkáltak, így a javítás sikeressége megkérdőjelezhetetlen volt.

8. Summary

In my thesis I showed the diagnosing, troubleshooting procedure of John Deere 6630 Premium tractor's faulty in the drivetrain system. I identified the fault and developed an technology for repair according to economy and mechanical aspects. Finally I carried it out in the possible best way and made checking measurements. In the introduction, I grouped agricultural machines based on their structure and application. I introduced their main parts, then continued with the examination of their drivetrain. I detailed the possible solutions, advantages and disadvantages of drivetrains what used in agriculture nowadays. I have grouped them according to their operation. I showed the tractor I examined, with some personal experience, and explained the possible options and things to know about this type. As the first step of troubleshooting I got the claims of the operator, after that I read out the fault code storage of the machine. To be able to understand the meanings of the error code is necessary to know how this transmission works. I continued the troubleshooting with testing the each functions of the machine what can help to find the root in many cases. After testing I provide hydraulics measurements what helped me to localize the source of the failure. I could exclude the failure of electrical components and sensors. It means there is an internal leakage inside the PowerQuad unit. Further measurements showed the amount of the leakage, and according to this I set up a plan for the repair. During the disassembling I examined the hydraulics components to find all worn parts. This information helped me to find the best and most economical way to repair. I offer some different ways to the customer about the overhauling and chose one together. After acquired the requested parts I started the assembling precisely. At the end of the of repair I provide tests and measurements to be sure the issue is fixed. The result of them clearly improves the success of the repair.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Bercsey Tibor és Tuskó László. *Gépjárműtechnika*. 2012. Kecskeméti Főiskola: Typotex Kiadó
- [2] Bhoner, et al. *Gépjárműszerekezet*. 2013. Műszaki könyvkiadó. Budapest.
- [3] Egyed Gyula és Kozorics István. 1998. *Mezőgazdasági Erőgépek I.* Agrárszakoktatási Intézet. Budapest.
- [4] Egyed Gyula és Kozorics István. 2008. *Mezőgazdasági Erőgépek I.* VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet. Budapest.
- [5] Egyed Gy., Kocsis I., Dr. Varga V. I., *Mezőgazdasági Erőgépek II.*, VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet. Budapest.
- [6] Egyed, G., *Mezőgazdasági erő- és munkagépek*. 2001. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- [7] Dr. Zsáry Árpád, *Gépelemek I.* 2003. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest.
- [8] Dr. Zsáry Árpád, *Gépelemek II.* 2008. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest.
- [9] Dr. Laib L., Dr. Vas A., *Traktorok-autók*. 1998. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- [10] Mezei Tibor, 1998. *A sebességváltó művek* (nyomatékváltó művek). In: *Traktorok-autók*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
- [11] B. A. Pronin G. A. Revkov, *Fokozat nélküli hajtások*. 1985. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [12] Kozma Mihály, *Hajtásrendszerek*, 2001. Műegyetemi Kiadó, Budapest
- [http1] Tractordata, 2023 február [Online] Available at:
<https://www.tractordata.com/farm-tractors/007/0/0/7000-john-deere-6630-premium.html>
- [http2] Fendt, H., 2023 február. *A Varion váltó nehézgyermekkora*. [Online] Available at: https://www.fendt.de/vario_kindheit.htm
- [http3] My John Deere, 2023. március. [Online] Available at:
<https://myjohndeere.deere.com>
- [http4] 2022. december. www.bozemanhorseboard.com

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Scher Péter (név) (hallgató Neptun azonosítója: BVU2O8) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2023 év május hó 05. nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Scher Péter
A Hallgató Neptun kódja: BVU2O8
A dolgozat címe: John Deere traktor hibafeltárása és javítástechnológiája
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Műszaki intézet, Járműtechnika tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Gödöllő, 2023 év május hó 05. nap


Hallgató aláírása