

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1 106218

BAKALÁRSKA PRÁCA

Nitra 2010

Zuzana VALACHOVÁ

SLOVENSKA POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

CHARAKTERISTIKA ELEKTROHYDRAULICKEJ
REGULÁCIE TROJBODOVÉHO ZÁVESU TRAKTOROV
(Bakalárska práca)

Študijný program: Poľnohospodárska technika
Študijný odbor: 5.2.46 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko: Katedra vozidiel a tepelných zariadení
Školiteľ: prof. Ing. Anton Žikla, CSc.

Čestné prehlásenie

Čestne prehlasujem, že túto bakalársku prácu som vypracovala samostatne, len s použitím uvedenej literatúry.

V Nitre, dňa: 10. 4. 2010

Pod'akovanie

Touto cestou si dovoľujem vysloviť úprimné poďakovanie všetkým, ktorí mi pomohli pri vypracovaní diplomovej práce svojimi radami a odbornými skúsenosťami, najmä však vedúcemu diplomovej práce prof. Ing. Antonovi Žiklovi , CSc. za odborné vedenie, cenné rady a pripomienky.

Abstrakt

V predloženej diplomovej práci sú prezentované výsledky laboratórnych skúšok elektrohydraulickej regulácie EHR – 4 BOSCH, ktoré boli realizované v laboratórnych podmienkach. Laboratórne skúšky boli vykonané prostredníctvom navrhnutého skúšobného zariadenia. Pre jednotlivé druhy regulácie a to regulácie polohovej, silovej a zmiešanej boli stanovené závislosti medzi polohou ovládacieho prvku a polohou trojbodového závesu pre rôzne hodnoty citlivosti regulačného mechanizmu. Okrem toho pri silovej regulácii bola sledovaná závislosť medzi polohou ovládacieho prvku a zaťažujúcou silou v spodných ťahadlách trojbodového závesu. Experimentálnym meraním sa zistilo, že nastavená hodnota citlivosti regulačného systému má rozhodujúci vplyv na hodnotu statickej regulačnej odchýlky a to v celom rozsahu zdvihu trojbodového závesu. Dosiiahnuté výsledky možno prakticky využiť pri práci traktorov z neseným náradím v rôznorodých pôdnych podmienkach charakterizovaným premenlivým odporom pôdy. Z hľadiska zabezpečenia rovnomernosti pracovnej hĺbky neseného náradia pri silovej regulácii trojbodového závesu možno odporučiť, že v premenlivých pôdnych podmienkach je potrebné nastaviť minimálnu citlivosť regulácie. Týmto spôsobom aj pri značnom kolísaní odporu pôdy budú zmeny pracovnej hĺbky náradia do značnej miery eliminované. Možno predpokladať, že dosiahnuté výsledky po zhodnotení vyššie uvedených skutočností budú prínosom pre ich praktické využitie, čo z hľadiska agrotechnických požiadaviek na rovnomernosť pracovnej hĺbky bude určite prínosom pre prax.

Kľúčové slova: elektrohydraulická regulácia, trojbodový záves, traktor

Abstract

In present diploma work are presented results of laboratory tests of electro-hydraulic regulation EHR - 4 BOSCH, which were realized in laboratory conditions. Laboratory tests were performed by the designed test equipment. For each type of regulation namely positional, force and composite were defined dependences between a position of operating element and position of a three-point linkage for various values of the sensitivity of the regulatory mechanism. In addition, in a force regulation was observed dependence between the position of operating element and load force in the lower drawbars of the three-point linkage. By experimental measurement were revealed, that a adjusted value of the sensitivity of the regulatory system has a decisive influence to the value of a static regulatory deviation namely in whole range lift of of three-point linkage. Attained results can be practically used in the work of tractors with carried implements in various soil conditions characterized by varying resistance of the soil. In term of safety of uniformity of work depth of carried tools by a force regulation of three-point linkage may recommend, that in the variable soil conditions is necessary to set minimum sensitivity of regulation. In this way, also in a significant variation of soil resistance will changes of operating depth tool largely eliminated. It can be assumed, that the obtained results after evaluating of the above will be beneficial to their practical use in terms of the agro-technical requirements for uniformity of operating depth will certainly benefit for the practice.

Keywords: electro-hydraulic regulation , three-point linkage, tractor

Obsah

Úvod	9
1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....	10
1.1 Exploatačné vybavenie traktorov	10
1.2 Závesné zariadenie traktora	11
1.2.1 Rozdelenie poľnohospodárskych strojov a náradí podľa spôsobu pripojenia k traktoru	12
1.3 Hydraulické zariadenia traktorov.....	13
1.3.1 Rozdelenie hydraulických zariadení traktorov	13
1.3.2 Druhy regulácie pracovnej hĺbky neseného náradia	14
1.3.2.1 Polohová regulácia	15
1.3.2.2 Silová regulácia	15
1.3.2.3 Zmiešaná regulácia	16
1.3.2.4 Kopírujúca regulácia	16
2. Cieľ práce	18
3. Metodika práce.....	19
4. Vlastná práca	21
4.1 Funkčný konštrukčný popis elektrohydraulickej regulácie BOSH 4 (HITCH – TRONIC)	21
4.2 Popis zaťažovacieho zariadenia a simulátora	26
4.3 Popis meracích a záznamových zariadení	28
5. Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov	29
6. Záver	30
7. Použitá literatúra	31
8. Príloha	32

Zoznam použitých označení

Fyzikálna veličina		jednotka
h	poloha závesných bodov spodných ťahadiel	mm
Δh	statická regulačná odchýlka	mm
F	menovitá sila	N
F	minimálna sila	N
F	maximálna sila	N
φ	poloha zdvíhacích ramien	°
$\Delta\varphi$	poloha statickej regulačnej odchýlky	°

Úvod

V súčasnosti používaná mobilná technika v poľnohospodárstve sa vyznačuje vysokou technickou úrovňou a v poslednom čase sa začínajú v širšej miere uplatňovať elektronické prvky. Použitím elektronických prvkov a vôbec postupným zavádzaním elektronizácie sa sleduje predovšetkým podstatné zvýšenie technickej úrovne mobilnej techniky, čo sa prejaví najmä zvýšením kvality vykonávaných technologických operácií a výkonnosti ako aj uľahčením obsluhy a kontroly strojov počas prevádzky.

Jednou z reálnych možností uplatnenia elektroniky v poľnohospodárstve je použitie elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu traktora. V zahraničí už bolo vyvinuté niekoľko elektrohydraulických regulačných systémov a na základe doterajšieho vývoja možno predpokladať, že elektrohydraulické regulačné systémy nájdu uplatnenie v širokom rozsahu. Aj predložená diplomová práca je svojím obsahom zameraná na sledovanie parametrov perspektívnych regulačných systémov trojbodového závesu traktorov. Na základe dosiahnutých výsledkov uvedených v diplomovej práci možno navzájom a zhodnotiť základné technické parametre štandardnej elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu traktorov.

1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Exploatačné vybavenie traktorov

Traktor ako mobilný energetický prostriedok je určený k ťahaniu a prípadne aj k súčasnému. Pohonu pracovných mechanizmov rozličných poľnohospodárskych strojov a náradí. Okrem toho v niektorých prípadoch od traktora vyžadujeme vykonávať niektoré špeciálne druhy prác, napr. zemné práce, lesné práce spojené s približovaním dreva, manipulácia s materiálom a pod.

Aby mohol traktor v spojení s pracovným strojom alebo náradím vykonávať najrozličnejšie druhy práce, musí byť pre tento účel vybavený vhodným exploatačným zariadením, prostredníctvom ktorého je možné pracovný stroj alebo náradie vhodným spôsobom pripojiť k traktoru a s pripojeným strojom vykonávať požadovaný druh práce v polohe pracovnej so zabezpečením prepravnej polohy za účelom prepravy stroja. V súvislosti s uvedeným treba poznamenať, že čím má traktor dokonalejšie exploatačné vybavenie čo do rozsahu vykonávaných prác, tým vyššia je jeho úžitková hodnota, samozrejme s úmerným zvýšením jeho hodnoty a teda aj ceny. V konečnom dôsledku platí zásada, že čím je dokonalejšie exploatačné vybavenie, tým je traktor univerzálnejší, t. j. je schopný vykonávať rôzne druhy prác v spojení s jednotlivými poľnohospodárskymi strojmi a náradiami, pričom tieto môžu byť pripojené k traktoru rôznym spôsobom (Bauer, 1987).

K exploatačnému, vybaveniu univerzálneho kolesového traktora v štandardnom prevedení patrí:

- horný záves
- spodný záves
- záves pre náves (rýchlo záves)
- trojbodový záves
- hydraulické zariadenie (hydraulika)
- vývodový hriadeľ

Okrem exploatačného vybavenia existuje špeciálne exploatačné vybavenie traktora (spravidla na želanie užívateľa), ku ktorému patrí:

- remenica
- naviják

1.2 Závesné zariadenie traktora

Závesné zariadenia mobilných energetických prostriedkov slúžia k pripojeniu poľnohospodárskych strojov i náradí, prívosov a návesov. Jednotlivé poľnohospodárske stroje a náradia sa rozdeľujú podľa rôznych hľadísk a kritérií. Bez ohľadu na to, aký druh práce jednotlivé stroje a náradia vykonávajú, z hľadiska exploatačného vybavenie je rozhodujúce, akým spôsobom je stroj alebo náradie pripojené k mobilnému energetickému prostriedku (Bauer, 1984).

1.2.1 Rozdelenie poľnohospodárskych strojov a náradí podľa spôsobu pripojenia k traktoru

Podľa spôsobu pripojenia k traktoru poľnohospodárske stroje a náradia rozdeľujeme na:

- závesné (príviesné)
- polo nesené
- nesené

Závesné poľnohospodárske stroje majú spravidla vlastný podvozok, na ktorom spočíva tiaž stroja v polohe prepravnej i pracovnej. Tieto stroje a náradia sú pripojené k traktoru v jednom závesnom bode, pričom tie náradia nedokazuje traktor, čo je z hľadiska ťahových vlastností traktora nevýhodné. Jedinou výhodou závesného náradia je, že svojimi opornými kolesami dobre kopíruje povrch pôdy, čo má svoj význam z hľadiska zabezpeč-

nia rovnomernosti pracovnej hĺbky. Pri práci s týmito náradiami je horšia manévrovateľnosť pri otáčaní na úvrati, ale tiež aj pri preprave.

Návesné poľnohospodárske stroje a náradia sú pripojené k traktorovi tak, že určitá časť ich tiaže dotáča traktor. Tieto stroje a náradia sa pripájajú k traktorovi v jednom, najčastejšie však v dvoch závesných bodoch, pričom oporné koleso je umiestnené obyčajne v zadnej časti náradia. Výhodou návesných náradí je, že veľmi dobre kopírujú povrch pôdy a dotáča traktor.

Polonesené poľnohospodárske stroje a náradia sú pripojené k traktorovi v troch bodoch prostredníctvom trojbodového závesu. Tento spôsob pripojenia umožňuje náradie úplne zdvihnúť, takže v prepravnej polohe je nesené. Polonesené náradie je vybavené jedným alebo dvoma opornými kolesami, ktoré zabezpečujú kopírovanie povrchu pôdy. Podstatná časť tiaže poloneseného náradia v pracovnej polohe je zachytávaná oporným kolesom, v dôsledku čoho je dotáčovanie traktora minimálne. (Pernis, 1993). Aby mohlo oporné koleso kopírovať povrch pôdy v pracovnej polohe, musí mať trojbodový záves možnosť voľného pohybu vo zvislej rovine (tzv. voľná poloha). Výhodou poloneseného náradia je dobrá manévrovacia schopnosť, nevýhodou je minimálne dotáčovanie traktora.

Nesené poľnohospodárske stroje a náradia sú k traktorovi pripojené pomocou trojbodového závesu a síce tak, že celá tiaž náradia sa prenáša na traktor, t. j. dotáča traktor v polohe prepravnej aj pracovnej. Nesené náradie nemá žiadne oporné koleso, ktoré by kopírovalo povrch pôdy a tým zabezpečovalo rovnomernosť pracovnej hĺbky náradia, preto musí byť v tomto prípade traktor vybavený regulačným zariadením (reguláciou), prostredníctvom ktorého je možné nastaviť a po nastavení automaticky regulovať požadovanú pracovnú hĺbku náradia. Výhodou neseného náradia je intenzívne dotáčovanie traktora a tým podstatné zlepšenie jeho ťahových vlastností. Na druhej strane nevýhodou je, že traktor musí byť vybavený konštrukčne náročným regulačným zariadením, ktoré i napriek svojej zložitosti nie je vždy schopné zabezpečiť požadovanú rovnomernosť pracovnej hĺbky neseného náradia.

1.3 Hydraulické zariadenia traktorov

Hydraulické zariadenie traktorov využíva najčastejšie hydrostatickú energiu pracovnej kvapaliny na dosiahnutie síl alebo krútiaceho momentu. Hydraulické zariadenie traktora, zvyšuje stupeň mechanizácie a automatizácie, uľahčuje obsluhu, zvyšuje výkonnosť, produktivitu a kvalitu práce. Vo väčšine prípadov je hydraulický prenos síl v porovnaní s mechanickým konštrukčne jednoduchší a rozmerové výhodnejší najmä pri väčších vzdialenostiach a vzájomnej pohyblivosti jednotlivých mechanizmov alebo sústav. Hydraulické zariadenie umožňuje plynulú reguláciu rýchlosti mechanizmov aj za chodu stroja. Na druhej strane však hydraulické zariadenie a jeho jednotlivé prvky sú náročné na presnosť výroby a preto v prevádzke vyžadujú udržia vanie čistoty zariadenia a aj pracovnej kvapaliny.

1.3.1 Rozdelenie hydraulických zariadení traktorov

Podľa spôsobu konštrukcie hydraulické zariadenia traktorov rozdeľujeme na:

- blokový spôsob konštrukcie
- rozdelený spôsob konštrukcie

Pri blokovom spôsobe konštrukcie sú takmer všetky časti hydraulického zariadenia usporiadané do jedného konštrukčného celku, ktorý je tvorený najčastejšie vekom hydrauliky. Tento spôsob usporiadania je výhodný najmä z hľadiska zástavbových rozmerov a napokon celá konštrukcia sa vyznačuje kompaktnosťou a ucelenosťou.

Pri rozdelenom spôsobe konštrukcie sú jednotlivé časti hydraulického zariadenia usporiadané samostatne, takže netvoria jeden konštrukčný celok. Tento spôsob usporiadania sa používa u traktorov menej často (Stehno ,2003).

Podľa funkcie hydraulické zariadenia traktorov rozdeľujeme na:

- voľná hydraulika (bez nadľahčovania a s nadľahčovaním)
- pevná hydraulika (blokujúca a regulačná)

Voľná hydraulika s nadľahčovaním (s protisklzom) umožňuje v podstate takú istú funkciu trojbodového závesu ako v predchádzajúcom prípade, avšak s tým rozdielom, že pri použití nadľahčovania je pracovný priestor hydraulického zariadenia naplnený tlakovým olejom privádzaným od hydrogenerátora cez škrtiaci ventil. Nadľahčovaciu silu je možno regulovať zmenou tlaku oleja v hydraulickom valci. U traktorov UR II. je voľná hydraulika s nadľahčovaním známa pod názvom tlaková regulácia, ktorou sú vybavené traktory na základe požiadavky užívateľa. V tomto prípade je k rozvádzaču hydraulického zariadenia napojený samostatný škrtiaci ventil, ktorý je ovládaný pákou vnútorného okruhu. Použitím nadľahčovania je možné zvýšiť doťaženie traktora a tým zvýšiť ťahovú silu pri práci s poloneseným náradím, resp. pre požadovanú hodnotu ťahovej sily znížiť preklz hnacích kolies traktora a zlepšiť tak hodnotu ťahovej účinnosti (Stehno ,2003).

Pevná hydraulika blokujúca umožňuje nastaviť určitú polohu neseného náradia vzhľadom k traktorovi ktorá sa v priebehu pracovného nasadenia nemení. Nastavená poloha je niekedy blokována mechanicky. V tomto prípade tvorí nesené náradie s traktorom jeden spoločný kinematický celok. Nevýhodou tejto hydrauliky je, že pri práci s neseným náradím v členitom teréne je veľká nerovnomernosť pracovnej hĺbky náradia. Pevná hydraulika regulačná sa vyznačuje tým, že nastavená pracovná hĺbka neseného náradia je v priebehu pracovného nasadenia udržiavaná prostredníctvom regulačného mechanizmu (regulácie).

1.3.2 Druhy regulácie pracovnej hĺbky neseného náradia

Podľa regulovanej veličiny sa najčastejšie používajú nasledovné druhy regulácie:

- polohová
- silová
- zmiešaná(kombinácia silovej a polohovej)
- kopírujúca

1.3.2.1 Polohová regulácia

Polohová regulácia umožňuje nastaviť určitú polohu neseného náradia vzhľadom k traktoru, pričom v priebehu pracovného nasadenia nastavenú polohu udržiava regulačný mechanizmus. V prípade, že dôjde ku zmene nastavenej polohy náradia, napr. v dôsledku netesnosti hydraulického valca, nastane pokles trojbodového závesu a tým väčšie zahĺbenie náradia, regulačný mechanizmus prestaví posúvač rozvádzača do polohy zdvíhanie. To znamená, že do hydraulického valca bude dodané také množstvo tlakového oleja, ktoré zodpovedá zdvihnutiu trojbodového závesu a tým aj neseného náradia do pôvodnej polohy. Z uvedeného je zrejmé, že z funkčného hľadiska polohová regulácia plní v podstate tú istú funkciu ako pevná hydraulika blokujúca. Regulačným elementom polohovej regulácie býva najčastejšie vačka, ktorá je pevne uložená na hriadelí zdvíhacích ramien trojbodového závesu. Polohová regulácia je vhodná pre prácu s neseným náradím na rovinných pozemkoch.

1.3.2.2 Silová regulácia

Silová regulácia udržiava konštantný pracovný odpor neseného náradia a pri splnení podmienky, že merný odpor pôdy sa v priebehu pracovného nasadenia nemení, silová regulácia zabezpečuje v konečnom dôsledku reguláciu pracovnej hĺbky neseného náradia. Regulačný mechanizmus sa uvádza do činnosti pri zmene silových pomerov trojbodového závesu v dôsledku zmeny pracovného odporu náradia. V súvislosti so silovou reguláciou treba poznamenať, že zmena pracovného odporu náradia môže byť spôsobená buď zmenou pracovnej hĺbky neseného náradia alebo zmenou merného odporu pôdy. V prípade, že dôjde ku zmene pracovného odporu neseného náradia v dôsledku zmeny pracovnej hĺbky (vplyvom nerovnosti povrchu pôdy) regulačný mechanizmus upraví pracovný odpor náradia na pôvodne nastavenú hodnotu a jej zodpovedajúcu pracovnú hĺbku, čo sa dosiahne zahĺbením, resp. vyhlíbením náradia. Avšak, keď bude zmena pracovného odporu náradia spôsobená zmenou merného odporu pôdy, regulačný mechanizmus taktiež upraví pracovný odpor náradia na pôvodne nastavenú hodnotu, ale na úkor zmeny pôvodne na-

stavenej pracovnej hĺbky neseného náradia (Pastorek ,2001).

Z uvedeného jednoznačne vyplýva nevýhoda silovej regulácie, ktorá spočíva v tom, že na pôdach s premenlivým merným odporom bude silová regulácia pracovať v neprospech rovnomernosti pracovnej hĺbky neseného náradia, t. j. bude spôsobovať nežiaduce zmeny pracovnej hĺbky. Uvedená nevýhoda vyplýva priamo z princípu činnosti silovej regulácie. Silová regulácia je teda vo svojej podstate regulácia pracovnej hĺbky prostredníctvom regulácie pracovného odporu náradia. Silová regulácia je vhodná pre prácu s neseným náradím v členitom teréne za predpokladu, že merný odpor pôdy sa nemení.

1.3.2.3 Zmiešaná regulácia

Zmiešaná regulácia je kombinácia regulácie silovej a polohovej. V podstate je to regulácia silová, pričom jej regulačný rozsah je obmedzený (blokovaný) reguláciou polohovou približne na polovicu pôvodného regulačného rozsahu silovej regulácie. Tento druh regulácie je najuniverzálnejší, pretože do určitej miery zlučuje výhody a odstraňuje nevýhody polohovej a silovej regulácie.

Zmiešaná regulácia je vhodná pre prácu s neseným náradím v najrozmanitejších podmienkach, teda v členitom teréne s premenlivým odporom pôdy (Stehno ,2003).

1.3.2.4 Kopírujúca regulácia

Kopírujúca regulácia pracuje na takom princípe, že regulačný mechanizmus je uvádzaný do činnosti prostredníctvom kopírujúceho člena, ktorý je umiestnený na traktore alebo na náradí. Ako kopírujúci člen môže byť použitý plaz alebo jedno, prípadne dve kopírujúce kolesá. Spojenie kopírujúceho člena s regulačným mechanizmom je najčastejšie riešené pomocou bowdenu. Kopírujúca regulácia sa javí z hľadiska rovnomernosti pracovnej hĺbky najvýhodnejšia, najmä pri práci v členitom teréne, je však žiaduce, aby konštrukcia kopírujúceho člena zabezpečovala spoľahlivé kopírovanie povrchu pôdy, a to aj v nepriaznivých podmienkach (vysoká pôdna vlhkosť, zaorávanie rastlinných zbytkov alebo

maštalného hnoja). Tento druh regulácie sa používa na traktoroch ZT-300.

Okrem uvedených druhov regulácie pracovnej hĺbky neseného náradia boli v zahraničí patentované aj iné druhy regulácie, napr. preklzová regulácia, ktorá je z funkčného hľadiska ekvivalentná silovej regulácii. Pre zaujímavosť je treba spomenúť reguláciu s využitím výkonnostného regulátora otáčok motora (tzv. výkonová regulácia). Niekedy sa uvádza aj tlaková regulácia, ktorá však nie je reguláciou pracovnej hĺbky neseného náradia, ale slúži pre reguláciu nadľahčovania poloneseného náradia u traktorov UR 2. Ako už bolo uvedené v súvislosti s popisom funkcie voľnej hydrauliky s nadľahčovaním.

2. Cieľ práce

Cieľom práce je experimentálne zistiť charakteristické vlastnosti elektrohydraulickej regulácie EHR - 4 BOSCH v laboratórnych podmienkach. Zistené závislosti medzi polohou ovládacieho prvku a polohou trojbodového závesu prezentovať v tabuľkovej a grafickej forme pre nastavenie minimálnej a maximálnej citlivosti regulačného systému. Pri silovej regulácii sledovať vzájomné závislosti medzi polohou ovládacieho prvku a zaťažujúcou silou spodných ťahadlách trojbodového závesu.

3. Metodika práce

Metodický postup práce zohľadňuje stanovený cieľ práce v týchto hlavných bodoch:

Skúška polohovej regulácie EHR - 4 BOSCH

- závislosti na polohe ovládacej páky zistiť citlivosť polohovej regulácie (statickú regulačnú odchýlku) v celom regulačnom rozsahu.
- Pri skúške vyvolať simulovanou netesnosťou zmenu nastavenia polohy pri ktorej dôjde k regulačnému pochodu a ďalej zistiť s akou regulačnou odchýlkou regulačný mechanizmus nastaví požadovanú polohu.
- Skúšku citlivosti regulácie uskutočniť s 20 % - ným zaťažením trojbodového závesu pri voľnobežných otáčkach motora.
- V priebehu skúšok kontinuálne merať a zaznamenávať nasledovné veličiny:
 - poloha ovládacieho prvku
 - poloha trojbodového závesu

Skúška silovej regulácie EHR - 4 BOSCH

- Závislosti na polohe ovládacieho prvku zistiť hodnotu zaťažujúcej sily spodných ťahadlách trojbodového závesu.
- Závislosti na polohe ovládacieho prvku zistiť citlivosť regulácie, tj. Statickú regulačnú odchýlku v celom regulačnom rozsahu.
- Pri skúške vyvolať zmenu zaťažujúcej sily a zistiť regulačnú odchýlku od nastavenej sily pri ktorej dôjde k regulačnému pochodu.
- Skúšku silovej regulácie uskutočniť so zapojenou spätnou väzbou medzi polohou trojbodového závesu pri voľnobežných otáčkach traktora 550 ot/min.
- V priebehu skúšok silovej regulácie kontinuálne merať a zaznamenať nasledovné veličiny:
 - poloha ovládacieho prvku
 - poloha trojbodového závesu
 - zaťažujúca sila

Skúška zmiešanej regulácie EHR - 4 BOSCH

- Dtto ako pri polohovej regulácii, avšak s tým rozdielom, že jednotlivé závislosti je nutné experimentálne zistiť pre nasledovné nastavenie percentuálneho podielu polohovej regulácie:
 - zmiešaná regulácia 1. (20 % P)
 - zmiešaná regulácia 2. (40 % P)
 - zmiešaná regulácia 3. (60 % P)
 - zmiešaná regulácia 4. (80 % P)

Jednotlivé závislosti treba overiť pri maximálnej a minimálnej citlivosti.

4. Vlastná práca

4.1 Funkčný konštrukčný popis elektrohydraulickej regulácie BOSCH 4 (HITCH – TRONIC)

Konštrukčné usporiadanie jednotlivých prvkov elektrohydraulickej regulácie BOSCH 4 (HITCH – TRONIC) je schematicky znázornené na obr. 1 a 2.

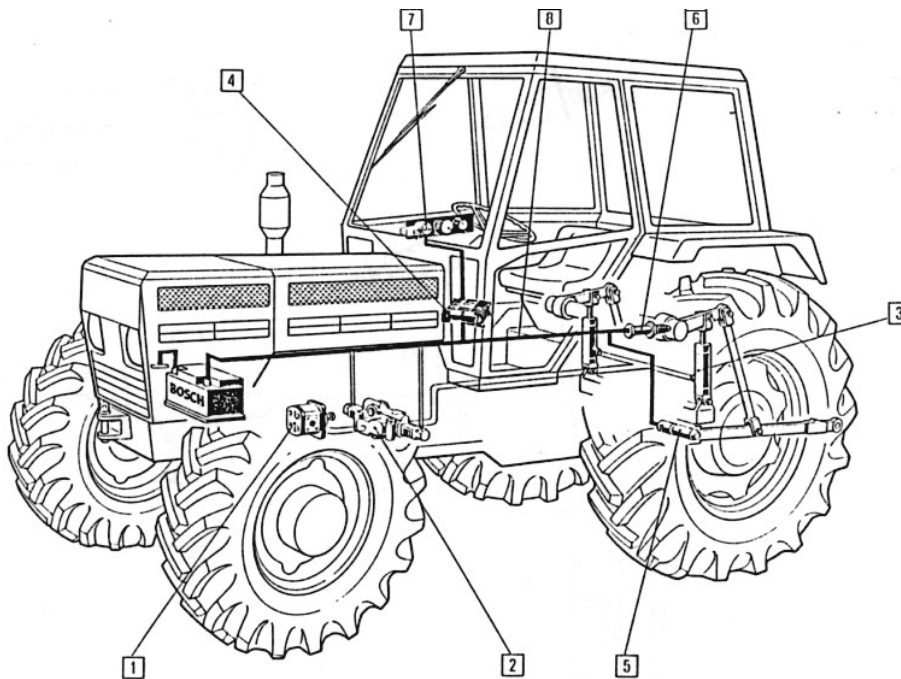
Hydrogenerátor 1 dodáva tlakový olej do elektrohydraulického rozvádzača 2, ktorý je potrubím spojený s priamočiarým hydromotorom 3. Priamočiarý hydromotor 3 zabezpečuje pohyb zdvíhacích ramien a tým ovládanie trojbodového závesu traktora s pripojeným náradím.

Blok elektroniky 4 spracováva elektronické signály od ovládacieho panelu 7 a od snímača sily 5 a snímača polohy 6.

Elektrohydraulická regulácia BOSCH 4 (HITCH – TRONIC) umožňuje použiť nasledovné druhy regulácie trojbodového závesu:

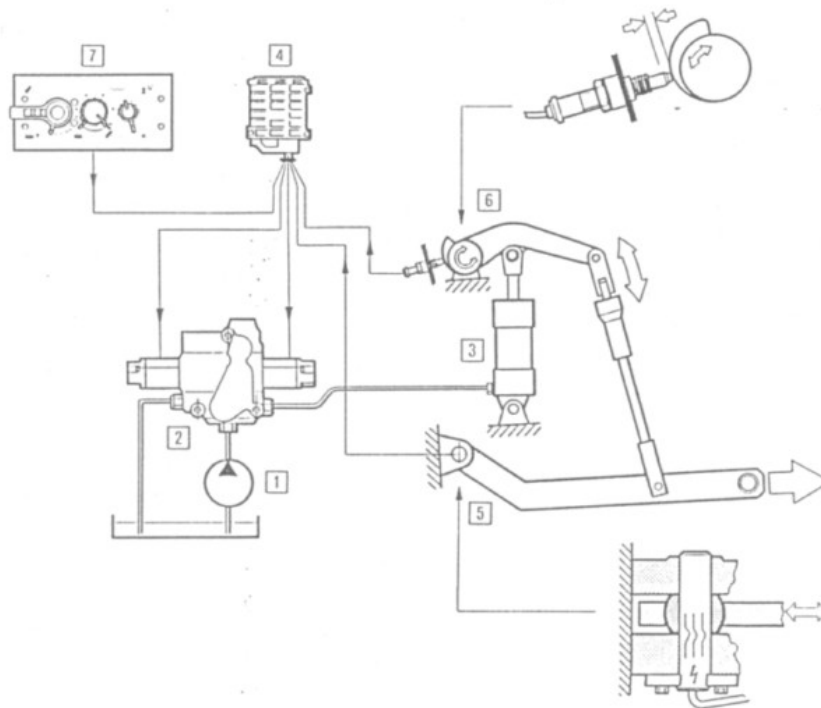
- polohová
- silová
- zmiešaná

Polohová regulácia umožňuje nastaviť požadovanú polohu trojbodového závesu a nastavenú polohu potom regulačný systém automaticky udržuje. Regulačným prvkom polohovej regulácie je indukčný snímač polohy 6 ovládaný vačkov polohovej regulácie, ktorá je pevne uchytaná na hriadeli zdvíhacích ramien. Polohová regulácia sa vyznačuje tým, že v každej polohe ovládacieho prvku zodpovedá určitá poloha trojbodového závesu traktora.



Obr. 1. Rozmiestnenie jednotlivých konštrukčných prvkov elektrohydraulickej regulácie BOSCH 4 (HITCH – TRONIC)

- 1 – hydrogenerátor
- 2 – elektrohydraulický rozvádzač
- 3 – priamočiarly hydromotor
- 4 – blok elektroniky
- 5 – snímač sily
- 6 – snímač polohy
- 7 – ovládací panel
- 8 – spojovacie káble



Obr. 2. Schéma elektrohydraulickej regulácie BOSCH 4 (HITCH - TRONIC)

- 1 – hydrogenerátor
- 2 – elektronický rozvádzač
- 3 – priamočiary hydromotor
- 4 – blok elektroniky
- 5 – snímač sily
- 6 – snímač polohy
- 7 – ovládací panel

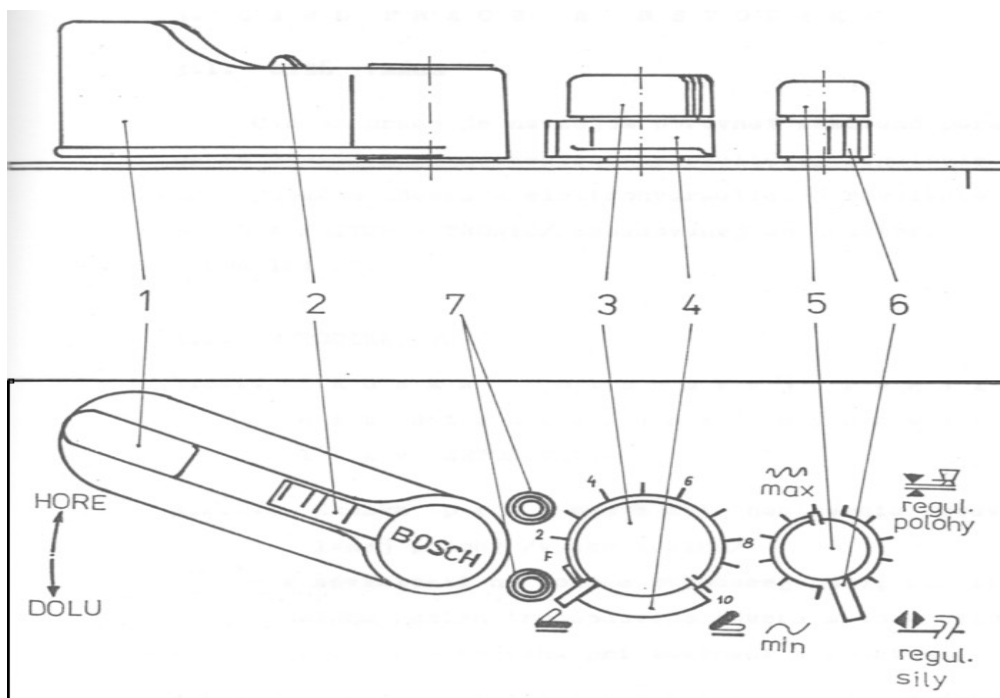
Silová regulácia umožňuje nastaviť požadovanú hodnotu ťahovej sily traktora, ktorú potom regulačný systém automaticky udržuje. Pri zväčšení hodnoty ťahovej sily regulačný systém zabezpečí zníženie pracovnej hĺbky náradia tak, aby nastavená hodnota ťahovej sily zostala zachovaná.

Zmiešaná regulácia predstavuje kombináciu polohovej a silovej regulácie, pričom regulačný systém zabezpečuje nastavenú polohu trojbodového závesu v rozsahu zodpovedajúcom zmene ťahovej sily traktora. Na ovládacom paneli 1 je možné nastaviť ľubovoľný zmiešavací pomer medzi polohovou a silovou reguláciou podľa pôdnych a terénnych podmienok.

Schéma umiestnenia ovládacích prvkov na ovládacom paneli je znázornená na obr. 3. Zdvíhanie a spúšťanie náradia sa zabezpečuje ovládacou pákou 1, ktorej polohu je možno zablokovat' posunutím zarážky 2.

Nastavenie požadovanej polohy náradia pri pohovej regulácii, je možné plynule nastaviť ovládacím gombíkom 3.

Obmedzenie zdvihu náradia v prepravnej polohe je možné nastaviť zarážkou 4. Citlivosť regulácie sa nastavuje ovládacím gombíkom 5. Vzájomný zmiešavací pomer medzi polohovou a silovou reguláciou sa nastavuje plynule zarážkou 6. Funkcia elektrohydraulickej regulácie pri zdvíhaní a spúšťaní je signalizovaná dvomi svetelnými diódami 7. Zabezpečenie transportnej polohy náradia je možné nastavením ovládacej páky 1 do strednej polohy.

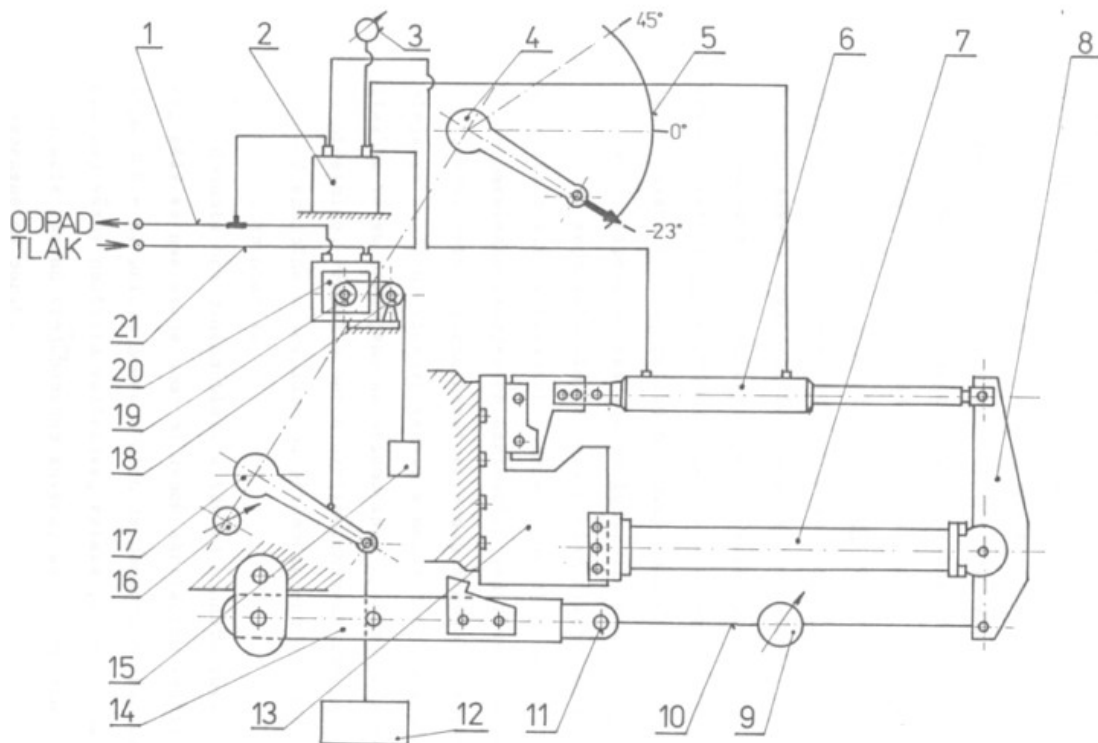


Obr. 3. Usporiadanie ovládacích prvkov elektrohydraulickej regulácie BOSCH 4 (HITCH TRONIC)

- 1 – ovládací páka zdvíhania a spúšťania náradia
- 2 – blokovanie ovládacej páky
- 3 – nastavenie ťažnej sily (polohy)
- 4 – nastavenie max. zdvíhacej výšky
- 5 – nastavenie citlivosti regulácie
- 6 – nastavenie druhu regulácie
- 7 – nastavenie svetelnej signalizácie

4.2 Popis zaťažovacieho zariadenia a simulátora

Za účelom zaťažovania trojbodového závesu pri skúškach silovej regulácie bolo zhotovené zvláštne zaťažovacie zariadenie so simulátorom, ako znázorňuje obr. 4. Vlastné zaťažovacie zariadenie pozostáva s dvojramennej páky 8, ktorá je otočne uchytená k nosnej rúre 7, ukotvenej na horný záves traktora 13. Na horné (dlhšie) rameno je uchytená piestnica priamočiareho hydromotora 6, ktorý je pripojený k rozvodovke traktora. Na dolné (kratšie) rameno dvojramennej páky 8, je uchytený dynamometer 9, ktorý je druhým koncom pripojený prostredníctvom závesnej lišty 10 k spodným ťahadlám trojbodového závesu 14.



Obr.4. schéma zaťažovacieho zariadenia a simulátora trojbodového závesu.

- 1 – vývod odpadu
- 2 – škrtiaci ventil typu USS -1
- 3 – tlakomer
- 4 – nastavenie max. zdvíhacej výšky
- 5 – mechanický uhlomer
- 6 – priamočiary hydromotor
- 7 – nosná rúra
- 8 – dvojramenná páka
- 9 – dynamometer
- 10 – závesná lišta
- 14 – spodné ťahadlá trojbodového závesu
- 13 – horný záves traktora
- 15 – vratné závažie
- 16 –potenciometer
- 17 – ľavé zdvíhacie rameno trojbodového závesu
- 18 – kladky
- 19 – valčeková reťaz
- 20 – ľavý škrtiaci ventil
- 21 –vodiace rúrky

Bol použitý mechanicko-tenzometrický dynamometer s mechanickým ukazovateľom a elektrickým výstupom s meracím rozsahom do 60 kN s presnosťou 1,5 %.

Simulátor zaťaženia pozostáva z cudzieho zdroja tlakového oleja s prietokom $40 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ pri tlaku 6 MPa so zabudovaným tlakovým ventilom.

Základnými časťami simulátora sú dva paralelne zapojené škrtiace ventily 2, 20 typ USS – 1, ktoré sú uchytané na spoločnom držiaku pripevnenom k hornému závesu traktora. Ľavý škrtiaci ventil 20 je prostredníctvom mechanickej spätej väzby použitím valčekovej reťaze 19 pripojený k ľavému zdvíhaciemu ramenu 17 trojbodového závesu, pričom na voľný koniec valčekovej reťaze je pripevnené cez kladky 18 vratné závažie 15.

Popis zapojenie simulátora: Výstup tlakového oleja z cudzieho zdroja tlakového oleja je napojený na vstup dvoch paralelne zapojených škrtiacich ventilov typu USS -1. Na

tlakovú vetvu hydrogenerátora – ako zdroja tlakového oleja je napojený tlakový ventil a manometer, súčasne je tlaková vetva pripojená na priamočiary hydromotor smerom od piestnice. Prepad z oboch škrtiacich ventilov je spojený spoločne s prepacom od priamočiareho hydromotora a odvedený do nádrže.

Hodnota pracovného tlaku a tým aj hodnota zaťažovacie sily sa nastavuje pomocou dvoch škrtiacich ventilov typu USS 1, pričom jeden z nich je pomocou mechanickej spätnej väzby použitím valčekovej reťaze pripojený na zdvíhacie ramená trojbodového závesu, ako je schematicky znázornené na obr. 4.

Tento spôsob zapojenia simulátora spolu so zaťažovacím zariadením umožňuje simulovať zaťaženie trojbodového závesu v laboratórnych podmienkach za účelom overenia parametrov silovej regulácie trojbodového závesu.

4.3 Popis meracích a záznamových zariadení

Za účelom merania polohy ovládacej páky bol k hriadeľu ovládacej páky pripevnený presný potenciometer ARIPOT s lineárnym priebehom a súčasne ten istý typ potenciometra 16 obr.4 bol pripevnený k hriadeľu zdvíhacích ramien 17 obr.4 za účelom merania uhla natočenia zdvíhacích ramien.

Súčasne za účelom vizuálnej kontroly polohy zdvíhacích ramien bol použitý mechanický uhlomer 5 obr. 4 s meracím rozsahom -30° až 60° . Podobný mechanický uhlomer s meracím rozsahom 0° až 140° bol použitý pre vizuálnu kontrolu polohy ovládacej páky hydrauliky.

Meranie zaťažujúcej sily bolo uskutočnené združeným mechanicko-tenzometrickým dynamometrom 9 obr.4, za použitia tenzometrickej aparatúry TDA – 6, pričom všetky merané veličiny boli zobrazené na display univerzálneho čítača BM – 420.

5. Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov

Pri laboratórnych skúškach elektrohydraulickej regulácie BOSCH 4 bolo zistené, že polohová regulácia má na začiatku a hlavne na konci regulačného rozsahu nepatrne väčšiu nelinearitu než polohová regulácia u štandardnej hydrauliky, čo je napokon zrejmé zo vzájomného porovnania grafických závislostí znázornených obr. 5. Možno predpokladať, že EHR – BOSCH 4 je táto nelinearita spôsobená jednak nelinearitou vačky a jednak nelinearitou indukčného snímača polohy. Podľa výsledkov v tab. 1. a 2. vyplýva, že u EHR – BOSCH 4 pri polohovej regulácii statická regulačná odchýlka sa pohybuje prevažne v rozsahu $0^{\circ}20'$ až $0^{\circ}30'$, čo predstavuje a zodpovedá zdvihu závesných bodov spodných ťahadiel 4 až 5 mm.

Uvedené hodnoty sú v porovnaní so štandardnou hydraulikou približne 2 až 3 – násobne nižšie. Jedine na konci regulačného rozsahu bola u EHR – BOSCH 4 pri polohovej regulácii zistená podstatne vyššia statická regulačná odchýlka v rozsahu 1° až $2^{\circ}30'$ (viď. tab. 1 a 2). Treba ešte poznamenať, že u EHR – BOSCH 4 pri polohovej regulácii statická regulačná odchýlka je v podstate nezávislá na nastavenej citlivosti (tab. 7 a 8).

Z dosiahnutých výsledkov EHR – BOSCH 4 pri laboratórnych skúškach vyplýva, že u silovej regulácie polohy ovládacej páky od 3 do 4,5 dielu stupnice zodpovedá menovitá hodnota sily v spodných ťahadlách trojbodového závesu od 46 kN do 11,5 kN, maximálnej citlivosti ako je uvedené v tab. 7. V tejto súvislosti treba zvýrazniť tú istú skutočnosť, že podobne ako u štandardnej hydrauliky, tak aj u EHR – BOSCH 4 zodpovedá malej zmene polohy ovládacej páky neúmerne veľká zmena menovitej hodnoty zaťažujúcej sily v spodných ťahadlách trojbodového závesu. Horná i dolná statická regulačná odchýlka v rozhodujúcej miere závisí od nastavenej citlivosti.

6. Záver

Záverom treba konštatovať, že pre komplexné posúdenie a objektívne porovnanie štandardnej a elektrohydraulickej regulácie bude potrebné vykonať rozsiahlejšie prevádzkové skúšky obidvoch regulačných systémov a zhodnotiť tak celkový prínos elektrohydraulickej regulácie pre prax pričom samozrejme musia byť v plnom rozsahu zohľadnené cenové relácie a samozrejme ďalšie ukazovatele prevádzkovej spoľahlivosti.

7. Použitá literatura

- BAUER, F. 1987. Silové pomeřky v táhlech třibodového závěsu traktoru zjišťované laboratorním a terénním měřením vzhledem k funkci silové regulace. Zeměd. techn. 1987. 33, 7, 385 393. ISSN 0044 3883.
- BAUER, F. 1988. Vliv regulační hydrauliky traktorů na spotřebu paliva a na výkonnost orebních agregátů. Zeměd. Techn. 1988. 34, 4, 193 201. ISSN 0044 3883.
- BAUER, F. 1987. Zjišťování průběhu sil v třibodovém závěsu traktoru metodou postupného zahlubování pluhu. Zeměd. techn. 1984. XX, 36923, 79 86. ISSN 0044 3883.
- BAUER, F., Loprais, A. 1984. Algoritmus optimalizace třibodovém závěsu traktoru z hlediska sil působících na traktor. Zeměd. techn. 1984. 30, 12, 743 748. ISSN 0044 3883.
- MAREŠ, J. Přehled směrnic EHS/ES platných pro zvláštní vozidla (traktory, pracovní stroje), www.szzpls.cz.
- PASTOREK a kol.: Traktory, Vydal Ing. František Savov, Praha 2001.
- PERNIS, P. 1993. Zkoušky traktorů podle kodexu OECD, Mechanizace zemědělství 2/93, Nakladatelství MH Praha, Praha 1993.
- SALANCI, J. SLOBODA, A., BUGÁR, T. 1994 . Meranie a vyhodnocovanie zatažení v spodných ťahadlách traktora při zahlbování pluhu. In Zeměd. tech. roč. 40, 1994, č. 4: 249-262.
- STEHNO, L., MIKULIČ, M. Den s traktorem JCB Fastrack 3220, Mechanizace zemědělství 12, vydavatelství Martin Sedláček, Praha 2003.
- Zkoušky traktorů dle OECD, www.szzpls.cz.
- STEHNO, L. 2003. Souvratřová automatika v podání různých výrobců, Mechanizace zemědělství 7/2003, vydavatelství Martin Sedláček, Praha 2003.

8. Príloha

Tab. 1

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia polohová		Citlivosť max.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 15°20′	- 15°40′	0°20′	290	285	5
3	- 8°20′	- 8°40′	0°20′	363	358	5
4	- 3°10′	- 3°30′	0°20′	421	417	4
5	2°10′	1°50′	0°30′	480	476	4
6	9°10′	7°50′	0°20′	547	543	4
7	14°30′	14°10′	0°20′	617	613	4
8	21°40′	21°10′	0°30′	692	686	4
9	35°	34°	1°	830	618	12
10	46°	43°40′	2°20′	940	917	23

Tab. 2

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia polohová		Citlivosť min.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 15°	- 15°20′	0°20′	293	289	4
3	- 7°20′	- 7°50′	0°20′	376	370	6
4	- 2°50′	- 2°30′	0°20′	427	422	5
5	0°30′	0°10′	0°30′	462	459	3
6	7°30′	7°10′	0°20′	540	536	4
7	14°	13°40′	0°20′	614	610	4
8	21°50′	21°40′	0°10′	696	693	3
9	33°30′	33°10′	0°20′	815	810	5
10	46°	43°30′	2°30′	940	915	25

Tab. 3

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 1. (20% P)			Citlivosť max.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka	
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)	
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
3	- 14°	- 14°50′	0°50′	303	290	13	
4	- 4°50′	- 5°20′	0°30′	400	393	7	
5	1°50′	1°40′	0°10′	478	475	3	
6	8°30′	8°10′	0°20′	553	547	6	
7	15°10′	14°50′	0°20′	625	620	5	
8	23°50′	23°20′	0°30′	717	711	6	
9	38°40′	36°50′	1°50′	867	848	19	
10	46°	43°40′	2°20′	940	916	24	

Tab. 4

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 1. (20% P)		Citlivosť min.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 8°50′	- 9°40′	0°50′	358	348	10
5	1°	0°40′	0°20′	470	465	5
6	8°	7°40′	0°20′	545	541	4
7	15°	14°40′	0°20′	623	619	4
8	24°10′	23°50′	0°20′	721	716	4
9	40°10′	38°	2°10′	883	862	21
10	46°	43°40′	2°30′	940	916	24

Tab. 5

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 2. (40% P)		Citlivosť max.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 18°10′	- 19°20′	1°10′	258	243	15
5	0°20′	- 0°20′	0°40′	461	453	8
6	10°30′	9°20′	1°10′	673	560	13
7	19°40′	18°50′	0°50′	672	660	12
8	38°50′	37°	1°50′	870	850	20
9	46°	43°40′	2°20′	940	917	23
10	46°	43°40′	2°20′	940	917	23

Tab. 6

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 2. (40% P)		Citlivosť min.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-
5	- 3°30′	- 4°	0°30′	417	411	6
6	8°10′	7°50′	0°20′	547	542	5
7	15°10′	14°50′	0°20′	625	621	4
8	31°30′	29°30′	2°	795	774	21
9	46°	43°40′	2°20′	940	918	22
10	46°	43°40′	2°20′	940	918	22

Tab. 7

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 3. (60% P)			Citlivosť max.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka	
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)	
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
5	- 0°30′	1°	0°30′	455	448	7	
6	17°30′	16°10′	1°20′	649	634	15	
7	44°20′	40°20′	4°	924	885	39	
8	46°	43°30′	2°30′	940	916	24	
9	46°	43°30′	2°30′	940	916	24	
10	46°	43°30′	2°30′	940	916	24	

Tab. 8

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 3. (60% P)			Citlivosť min.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka	
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)	
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-	
5	- 13°50′	14°20′	0°30′	305	299	6	
6	9°50′	9°	0°50′	568	558	10	
7	27°20′	25°30′	1°50′	754	733	21	
8	46°	43°30′	2°30′	940	917	23	
9	46°	43°30′	2°30′	940	917	23	
10	46°	43°30′	2°30′	940	917	23	

Tab. 9

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 4. (80% P)		Citlivosť max.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-
5	- 9°	- 9°40′	0°40′	354	348	6
6	30°10′	20°	2°10′	703	761	22
7	46°	43°30′	2°30′	940	917	23
8	46°	43°30′	2°30′	940	917	23
9	46°	43°30′	2°30′	940	917	23
10	46°	43°30′	2°30′	940	917	23

Tab. 10

Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia zmiešaná 4. (80% P)		Citlivosť min.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-
5	- 23°	- 23°	-	210	210	-
6	12°30'	11°20'	1°10'	595	583	12
7	43°50'	40°	3°50'	920	881	39
8	46°	43°30'	2°30'	940	917	23
9	46°	43°30'	2°30'	940	917	23
10	46°	43°30'	2°30'	940	917	23

Tab. 11

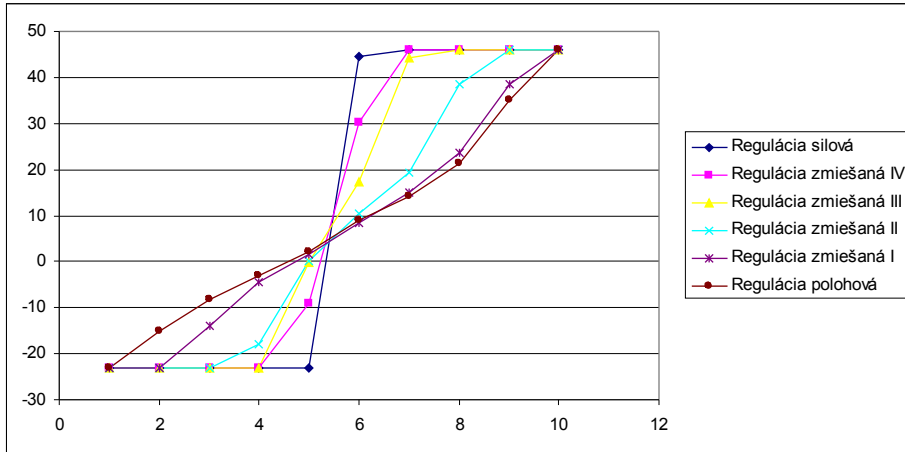
Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia silová		Citlivosť max.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-
5	- 23°	- 23°	-	210	210	-
6	44°50′	44°30′	1°20′	930	917	13
7	46°	43°30′	2°30′	940	917	23
8	46°	43°30′	2°30′	940	917	23
9	46°	43°30′	2°30′	940	917	23
10	46°	43°30′	2°30′	940	917	23

Tab. 12

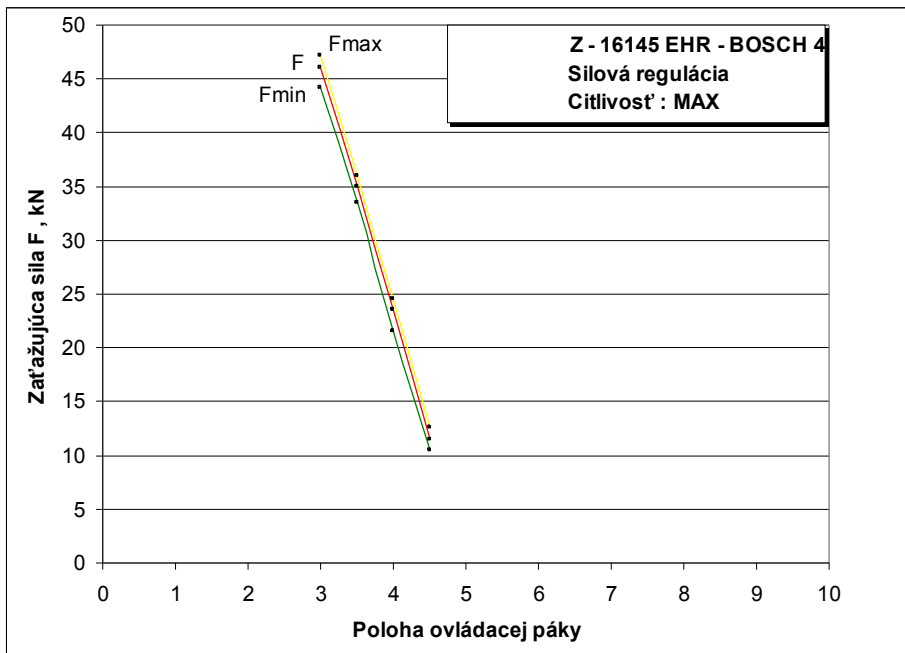
Z - 161 45		EHR – BOSCH 4		Regulácia silová		Citlivosť min.
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien φ (°)		Statická regulačná odchýlka	Poloha závesných bodov spodných ťahadiel h (mm)		Statická regulačná odchýlka
	horná	dolná	$\Delta\varphi$ (°)	horná	dolná	Δh (mm)
1	- 23°	- 23°	-	210	210	-
2	- 23°	- 23°	-	210	210	-
3	- 23°	- 23°	-	210	210	-
4	- 23°	- 23°	-	210	210	-
5	- 23°	- 23°	-	210	210	-
6	22°30'	21°	1°30'	704	686	18
7	46°	43°40'	2°20'	940	917	23
8	46°	43°40'	2°20'	940	917	23
9	46°	43°40'	2°20'	940	917	23
10	46°	43°40'	2°20'	940	917	23

Tab. 13

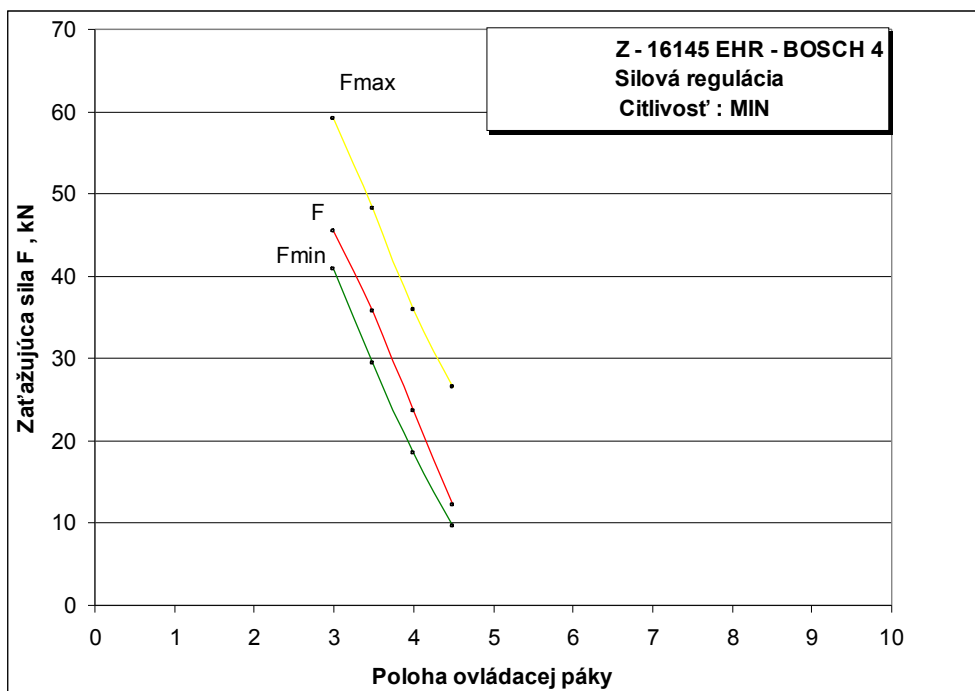
Z 161 45		EHR - BOSCH 4		Regulácia: silová		Citlivosť: max	
Poloha ovládacej páky	Poloha zdvíhacích ramien	Menovitá sila F	Maximálna sila Fmax		Minimálna sila Fmin		
		N	N	%	N	%	
4,5	14°	11 500	12 600	109,5	10 500	91,3	
4	4°	23 500	24 500	104,2	21 500	91,5	
3,5	- 7°	35 500	36 000	101,4	33 400	94,1	
3	- 15°	46 000	47 200	102,6	44 200	26,1	
					Regulácia: silová	Citlivosť: min	
4,5	14°	12 100	36 500	219	9 500	70,5	
4	4°	23 500	35 800	152,3	18 500	78,7	
3,5	- 7°	35 600	48 200	135,4	29 400	82,6	
3	- 15°	45 400	59 100	130,2	40 800	89,7	



Obr. 5: Závislosť medzi polohou ovládacej páky a zdvíhacích ramien pre jednotlivé druhy regulácie EHR - BOSCH 4



Obr. 6: Závislosť medzi polohou ovládacej páky a a zaťažujúcou silou (EHR - BOSCH 4, silová regulácia maximálna citlivosť)



Obr. 7: Závislosť medzi polohou ovládacej páky a zaťažujúcou silou (EHR - BOSCH 4, silová regulácia minimálna citlivosť)