

**SLOVENSKÁ POĽNOHOPSONDÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
NÁZOV FAKULTY**

2123498

**TECHNICKO-MARKETINGOVÁ ANALÝZA PARAMETROV
GRADEROV VO VYBRANOM SEGMENTE TRHU**

2011

Lukáš Zapletaj, Bc.

SLOVENSKÁ POĽNOHOPSOĎÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
NÁZOV FAKULTY

TECHNICKO-MARKETINGOVÁ ANALÝZA PARAMETROV
GRADEROV VO VYBRANOM SEGMENTE TRHU

Diplomová práca

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	4112800 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Názov katedry
Školiteľ:	Ján Jobbágy, Ing. PhD.
Konzultant: (nepovinný)	-

Nitra 2011

Lukáš Zapletaj, Bc.

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Lukáš Zapletaj vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Technicko-marketingová analýza parametrov graderov vo vybranom segmente trhu“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 21. apríla 2011

Lukáš Zapletaj

Pod'akovanie (nepovinné)

Touto cestou sa chcem poďakovať svojmu vedúcemu diplomovej práce pánovi Ing. Jánovi Jobbágyemu, PhD. za cenné radu a pripomienky.

Abstrakt (v štátnom jazyku)

V danej diplomovej práci hodnotíme vybrané parametre graderov ponúkaných na trhu. Technické podklady sa získali z dostupných internetových zdrojov, tlačených prospektov, manuálov a pod. Na zhodnotenie ponúkanej techniky na trhu sa použila metóda Pattern. Zo získaných hodnôt sa vybrala najlepšia alternatíva. V danej práci sa získali podklady od štyroch nasledovných výrobcov graderov: Terex, Komatsu, Volvo a Hitaschi. Pre porovnanie zvolenou metódou sa vybrala len trojica z nich (Komatsu, Volvo a Terex). Od firmy Volvo sa zvolil G930, od firmy Terex TG110 a od firmy Komatsu GD555-3. Ako vstupné hodnoty sa do porovnávacej metódy vybrali štyri nasledovné parametre: hmotnosť, šírka radlice, výkon a palivová nádrž. Z dosiahnutých výsledkov možno skonštatovať usporiadanie, kde pri metóde na základe súčtov vážených indexov zmien bola na prvom mieste firma Komatsu GD 555 – 3, na druhom mieste Volvo G 930 a na treťom Terex TG 110. Podľa druhej metódy – skalárneho súčinu nastala nasledovná zmena: na prvom mieste Volvo a na druhom Komatsu. Tretie miesto ostalo nezmenené.

Kľúčové slová: grader, Pattern, parametre

Abstrakt (v cudzom jazyku)

We evaluated the selected parameters grader offered on the market, in the thesis. Technical documents were obtained from available Internet resources, printed leaflets, manuals, etc.. To evaluate the techniques offered in the market design was used Pattern method. The best alternative was selected from the obtained data. In the present work to obtain documents from the following four manufacturers grader: Terex, Komatsu, Volvo and Hitaschi. Only three of them (Komatsu, Terex and Volvo) was selected for comparasion by chosen method. From Volvo company G930 was chosen, from Terex company was selected TG110 and from the company Komatsu was chosen GD555-3. As an input points into the comparative method were selected the following four parameters: weight, breadth of earth- board, power and fuel tank.

We can allege from the results, in the first place was Komatsu company with grader GD 555 - 3, in the second place was Volvo company with grader G 930 and the third place was Terex compay with TG 110 grader. When we used other method - dot product, the results were changed change, in the first place was Volvo company and the second place belonged to Komatsu company. The third place was unchanged.

Key words: grader, Pattern, parameters

Obsah

Obsah	5
Zoznam ilustrácií a tabuliek	6
Zoznam skratiek a značiek (pre technické a prírodné vedy)	8
Úvod	10
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	11
1.1 Charakteristika a rozdelenie gradеров	11
1.2 Základné časti gradera	13
1.3 Rozdelenie gradеров	17
1.4 Navádzacie a automatizačné zariadenia zemných strojov.....	18
1.4.1 Vizualne (optické) navádzacie zariadenia	19
1.4.2 Navádzacie zariadenie pracujúce na princípe kyvadla	19
1.4.3 Navádzacie zariadenie pracujúce podľa vodiaceho lanka	20
1.4.4 Navádzacie zariadenie pracujúce s infračerveným lúčmi	21
1.4.5 Navádzacie zariadenie pracujúce na princípe vysokofrekvenčných elektromagnetických vln	22
1.4.6 Navádzacie zariadenie využívajúce laserový lúč.....	22
1.5 Niveláčny systémy pre gradery	23
1.5.1 Využitie automatického niveláčného systému.....	23
1.5.2 Výhody automatického niveláčného systému.....	24
1.5.3 Voľba automatických niveláčnych systémov	24
1.5.4 Prídavné zariadenia	25
1.5.5 Systém Leica GS496.....	25
1.5.6 Javelin-s - Presný sklonový laser.....	26
1.5.7 Komponenty automatického riadenia	28
1.5.8 Automatický niveláčny systém TOPCON FIVE pre gradery.....	29
1.6 Výrobca gradеров – John Deere	32
2 Cieľ práce	34
3 Metodika práce	35
3.1 Prieskum trhu so zameraním na parametre gradеров	35
3.2 Metodický postup pre výber gradеров	35
4 Výsledky práce	42
4.1 Prieskum trhu.....	42
4.1.1 Gradery od firmy Volvo.....	42
4.1.2 Gradery od firmy Terex	44
4.1.3 Firma Komatsu.....	46
4.2 Metodický postup pri výbere gradеров.....	48
5 Diskusia	55
6 Záver	57
7 Literatúra	58

Zoznam ilustrácií a tabuliek

Obr. 1 Motorový grader v pracovnom nasadení (Simoník a kol., 2009)	12
Obr. 2 Grader (Simoník a kol., 2009)	13
Obr. 3 Čelné Radlice pre gradery (www.metalport.sk)	17
Obr. 4 Schéma vizuálneho navádzacieho zariadenia	19
Obr. 5 Schéma navádzacieho zariadenia pracujúceho na princípe kyvadlo	20
Obr. 6 Schéma navádzacieho systému pracujúceho podľa vodiaceho lanka	21
Obr. 7 Schéma navádzacieho zariadenia pracujúceho s infračervenými lúčmi	21
Obr. 8 Schéma navádzacieho zariadenia na princípe vysokofrekvenčných elektromagnetických vln	22
Obr. 9 Schéma navádzacieho zariadenia využívajúceho laserový lúč	23
Obr. 10 Rugby 200 (http://www.geotech.sk)	26
Obr. 11 Sklonový laser (http://www.geotech.sk/OLD/L2L_Javelin_s.htm)	27
Obr. 12 Riadiaci panel (http://www.geotech.sk/OLD/MA_2D_GS496_kabina.jpg)	29
Obr. 13 Hydraulické jednotky (http://www.geotech.sk/OLD/MA_2D_GS496_hydr.jpg)	29
Obr. 14 Práca na rovine (http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery)	30
Obr. 15 Práca v členitom teréne (http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery)	30
Obr. 16 Riadenie gradera (http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery)	31
Obr. 17 Riadiace a kontrolné prvky	32
Obr. 18 Výhľad z gradera od firmy Volvo	42
Obr. 19 Grader od firmy terex	45
Obr. 20 Viditeľnosť z gradera firmy Komatsu	47
Obr. 21 Grafické zhodnotenie hodnôt súčtov skalárnych súčinov	54
Obr. 22 Grafické zhodnotenie hodnôt skalárnych súčinov	54
Tabuľka 1 Technické parametre graderov (www.asb.sk)	18
Tabuľka 2 Technické parametre	27
Tabuľka 3 Technické parametre	28
Tabuľka 4 Základné parametre	33
Tabuľka 5 Technické parametre	33
Tabuľka 6 Technické parametre typu Volvo G 930	43
Tabuľka 7 Tandemy	43
Tabuľka 8 Kapacity	43
Tabuľka 9 Gradery od firmy Terex	44
Tabuľka 10 Hmotnostné triedy	44
Tabuľka 11 Technické parametre	44
Tabuľka 12 Kapacity	45
Tabuľka 13 Základné rozmerové parametre	45
Tabuľka 14 Rozmery graderov firmy Terex	45
Tabuľka 15 Vybrané modely firmy Komatsu	46
Tabuľka 16 Technické parametre	47
Tabuľka 17 Kapacity	48
Tabuľka 18 Hmotnosť	48
Tabuľka 19 Technické parametre Volvo G 930	48
Tabuľka 20 Technické parametre Terex	48
Tabuľka 21 Technické parametre Komatsu	49
Tabuľka 22 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.1	49

Tabuľka 23 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.2	50
Tabuľka 24 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.3	50
Tabuľka 25 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.4	50
Tabuľka 26 Spracovanie údajov hodnotiteľov	50
Tabuľka 27 Tabuľka hodnôt porovnávaných parametrov strojov	52
Tabuľka 28 Hodnoty indexov zmien	52
Tabuľka 29 Tabuľka hodnôt skalárnych súčinov porovnávaných graderov	53
Tabuľka 30 Hodnoty súčtov vážených indexov porovnaných graderov	53
Tabuľka 31 Hodnoty skalárnych súčinov	53

Zoznam skratiek a značiek (pre technické a prírodné vedy)

BHV_j - bodová hodnota významnosti j-teho kritéria

$CBHA$ - celková bodová hodnota alternatívy (skalárny súčin)

H_{jX} - hodnota j-teho parametra sledovaných prvkov

H_{jmax} - maximálna hodnota j-teho parametra sledovaných prvkov

H_{jmin} - najmenšia hodnota j-teho parametra sledovaných prvkov

I_{jx} - index zmeny

I_{jXV} - vážený index zmeny

k - počet hodnotených kritérií

p - počet expertov (hodnotiteľov)

PH_j - počet hlasov pridelených i-tým expertom, j-tému kritériu

q_j - váha významnosti j-teho parametra

r_{ij} - poradie j-teho kritéria u i-teho hodnotiteľa

S_x - stanovenie poradia

VK_j - váha i-teho kritéria

ÚVOD

Nakoľko sa vo svete neustále zvyšuje objem zrealizovaných stavebných prác, vzrastajú požiadavky na kvalitu týchto a zemných prác.

Predkladaná diplomová práca sa zaoberá problematikou hľadania správneho riešenia pri rozhodovaní o výbere stavebných strojov - graderov. V podmienkach trhového hospodárstva je uskutočňovanie správnych rozhodnutí nevyhnutnou existenčnou podmienkou každého podnikateľského subjektu.

Jednou z možností multikriteriálneho rozhodovania je aj použitie metódy PATTERN. Táto metóda je vhodná pre vzájomné porovnávanie prvkov s cieľom zostaviť poradie významnosti. Okrem prostého poradia možno vo výsledkoch dostať prehľad o „vzájomnom umiestnení“ zoradených prvkov.

1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Charakteristika a rozdelenie graderov

Gradery, alebo zrovnávače sú prívesné alebo samohybné stroje na kolesovom podvozku, vybavené nastaviteľnou radlicou medzi prednou a zadnou nápravou. Radlica sa používa na rezanie, premiestňovanie a rozprestieranie materiálov, na presné dorovnávanie vrstiev zeminy, na urovnávanie podkladových vrstiev vozoviek, na sťahovanie bokov nízkych násypov a zárezov alebo na úpravy priekop v ľahko rozpojitelných zeminách. Gradery sú vybavené radlicou, ktorú možno natáčať v horizontálnej rovine, nakláňať, zdvíhať alebo aj vysúvať mimo stroja. Oproti dozérom, ktoré možno na túto činnosť tiež použiť, vykazujú vyššiu presnosť a kvalitu práce. (Simoník a kol. 2009)

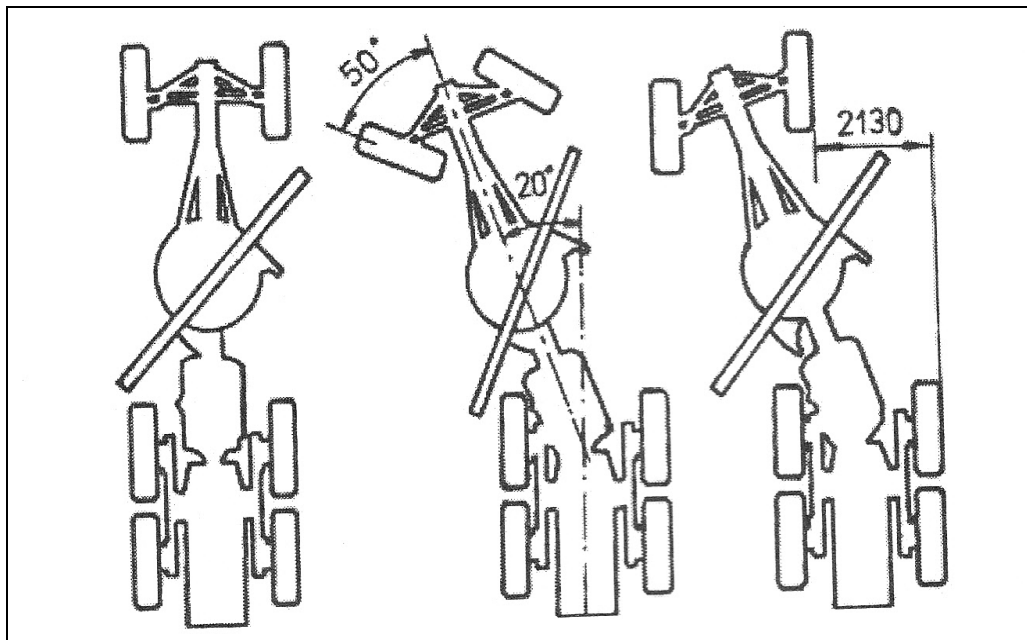
Podľa Simoník a kol. (2009) konštrukčné riešenie rámu s podvozkom umožňuje maximálnu manipuláciu s pracovným nástrojom. Rám je zhotovený z profilových nosníkov. Gradery rozdeľujeme:

1. Podľa spôsobu pohybu na prívesné, návesné a samohybné. Prívesné a návesné gradery sú ťahané kolesovým alebo pásovým traktorom. Samohybné gradery, nazývané tiež autogradery, sú vybavené vlastným motorom a ďalším zariadením.
2. Podľa rozmerov radlice na ľahké, stredné, ťažké. Ľahké gradery majú radlicu dlhú 2,5 až 3 m, stredné 3,6 m a ťažké dlhšiu než 3,6 m.
3. Podľa spôsobu ovládania na mechanické (ozubené, skrutkové, reťazové, lanové a hydraulické. (Simoník a kol. 2009)

Modifikáciou graderelevátorov sú odhadzovacie gradery, ktoré zeminu odrezávajú po vrstvách, odhadzujú ju na miesto a čiastočne ju zhutňujú. Novšie typy graderev sú vybavené hydraulickým ovládaním, ktoré spolu s nivelačným systémom podstatne uľahčuje ovládateľnosť a výkonnosť týchto strojov. Z hľadiska technického opisu sa gradery rozdeľujú do štyroch hlavných skupín: (Simoník a kol., 2009)

- a. rám graderu s podvozkom,
- b. zdroj ťahovej sily,
- c. pracovný nástroj,
- d. ovládacie zariadenie.

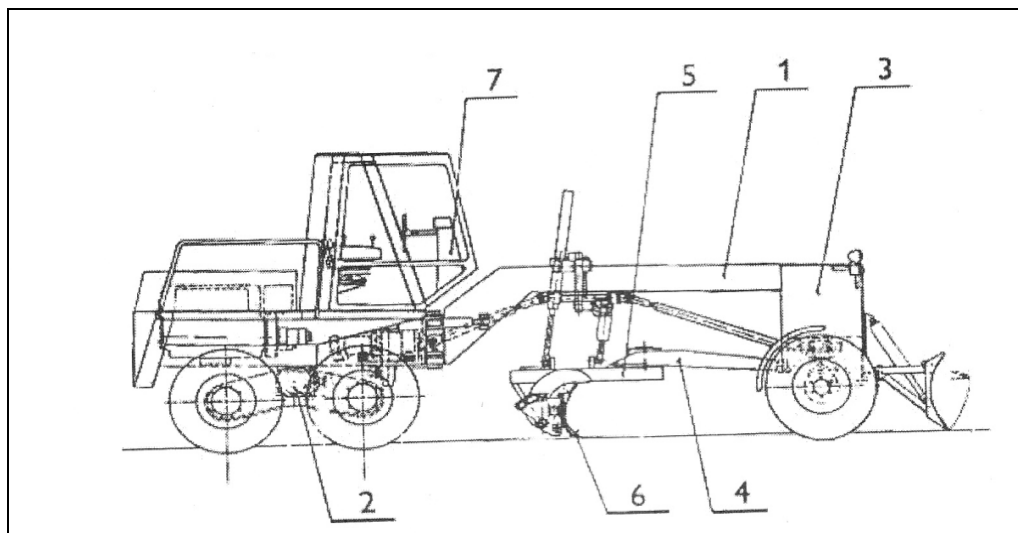
Podvozky bývajú kĺbové. Na samohybných graderov je na zadnej časti umiestnený motor a ďalšie zariadenia. Nové typy graderov majú všetky kolesá staviteľné (ako pod požadovaným náklonom, taktiež aj priečne). Celkový pôdorysný pohľad na motorových grader pri jeho priamej jazde, v zátačke a pri vyosení prednej časti podvozku je na obr.1.



Obr. 1 Motorový grader v pracovnom nasadení (Simoník a kol., 2009)

Grader (angl. grader, gradebuilder, subgrade planer, obr.2) je kolesový stroj s vlastným pohonom, s regulovateľnou radlicou, umiestnenou medzi prednou a zadnou nápravou, ktorý zarovnáva, presúva a upravuje požadovaný materiál. Je to mobilný stroj určený na dokončovacie zemné práce, ktorými sa dosahuje konečný vzhľad povrchu. Názov stroja pochádza z anglického slovesa „to grade“, čo znamená – nivelizovať, zarovnávať.

Gradery sú v podstate univerzálne traktorové stroje zvláštnej konštrukcie na kolesovom podvozku s veľkým rozstupom kolies. Tieto stroje sa môžu pohybovať rýchlosťou až 60 km/h a z hľadiska rýchlosti sa môžu dobre prispôbovať konkrétnej práci. Dnes gradery predstavujú výkonné stroje, schopné vykonávať rôzne stavebné postupy a úlohy. Ich hlavnou charakteristikou je multifunkčnosť. www.asb.sk



Obr. 2 Grader (Simoník a kol., 2009)

1 – rám gradera, 2 – zadný (hnací) podvozok , 3 – predný (riadiaci) podvozok, 4 – závesný rám venca s radlicou, 5 – otočný veniec radlice, 6 – radlica, 7- kabína s ovládacími prvkami

1.2 Základné časti gradera

Podľa druhu pohonu môžu byť ťahané (prívesné), návesné a motorové. Podľa spôsobu ovládania existujú gradery s hydraulickým alebo s mechanickým ovládaním. V súčasnosti sa využíva predovšetkým hydraulické ovládanie, ktoré je presnejšie a umožňuje využitie automatizovaného riadenia nivelety. Typické gradery majú tri nápravy. Menej časté sú malé štvorkolesové gradery.

Motor a kabína sa zvyčajne montujú nad dve zadné nápravy. Zadné dve tandemové nápravy sú hnacie, predná je prevažne riaditeľná, bez náhonu. Výrobcovia ponúkajú rôzne varianty konštrukčných riešení, ale základný princíp dizajnu gradera, rovnako ako rozsah jeho použiteľnosti, zostávajú približne rovnaké. (www.asb.sk)

Na trhu možno nájsť rôzne modely graderov, ktoré sa klasifikujú podľa hmotnosti, výkonu a ponúkaných špecifických funkcií. Veľké projekty cestného staviteľstva v posledných rokoch vyžadujú robustné a ťažšie stroje a konfiguráciu ako trojnápravové stroje. Ako sa ukázalo, vykazujú vyššie ťažné sily a poskytujú lepšiu trakciu. (www.asb.sk)

Hnacou jednotkou graderov je vznetrový spaľovací motor s výkonom od 35 do 220 kW. Posun prenosovej rýchlosti v nových modeloch možno meniť za chodu. Aby sa zabránilo pretáčaniu motora, má elektronickú ochranu. Vďaka zabudovanému dvojstupňovému čističu plynov motor splňa normy emisií. Jeho súčasťou je olejové čerpadlo, ktorým je zabezpečené jeho mazanie, vzduchový filter, tlmiče hluku,

alternátor a chladiaci ventilátor. Systém chladenia motora je navrhnutý tak, aby bolo použitie ventilátora chladiča veľmi efektívne, s premenlivou rýchlosťou a hydraulickým pohonom. Alternátor je 24-voltový a je vybavený elektrickým systémom s vnútorným regulátorom napätia. V stroji sa nachádzajú dve bezúdržbové batérie s napätím 12 V pre vysoké zaťaženie. Studený štart umožňujú zosilňovače s rezervou kapacity. Systém umožňuje odpojenie batérie. (www.asb.sk)

Prevodovka

Súčasný modely majú zvyčajne osem rýchlostí, štyri pre pohyb vpred a štyri rýchlosti pre pohyb vzad. Radenie rýchlostí je elektronické, čo vytvára ochranu motora. Jediná páka slúži na kontrolu rýchlosti, smeru jazdy a parkovacej brzdy. Na uľahčenie riešenia problémov má zabudovaný diagnostický konektor.

Pohon na tandemové nápravy môže byť aj čelnými ozubenými kolesami. Hydrodynamický pohon má hlavnú časť hydromenič, umiestnený medzi motorom a prevodovkou. Tento znásobuje krútiaci moment motora 3 až 4-krát. Prevodovka za hydromeničom má zvyčajne iba 3 až 4 prevodové stupne, ktoré postačujú pre všetky pracovné pohyby gradera v rozličných pracovných podmienkach. Výhody takéhoto konštrukčného riešenia sú nasledovné:

- jednoduchšie ovládanie zo strany vodiča,
- stúpajúce odpory pri práci stroja nepreťažujú motor, a tým neznižujú jeho výkon,
- používanie prevodoviek so stálym záberom kolies, ovládaných hydraulicky alebo pneumaticky,
- zníženie mechanických nárazov na časti stroja z dôvodu menšieho počtu radení prevodových stupňov.

Nevýhodou je nižšia účinnosť, a to iba 80 až 82%, zatiaľ čo mechanický prevod má účinnosť až 94 %. Hydrodynamický prevod sa uplatňuje u graderov s výkonmi motora nad 120 (kW). Sila na pracovný nástroj (základnú radlicu, respektíve ďalšie prídavné zariadenia) – prednú dozérovú radlicu a v zadnej časti rozrušovacie zariadenie so zubami (10) sa prenáša hydrostatickým obvodom s výstupom priamočiarymi hydromotormi.

Brzdy

Prevádzkové brzdy sú kotúčové, umiestnené v každom zo štyroch hnacích kolies. Sú uzavreté, mazané a chladené vzduchom. Prevádzkové brzdy sú kotúčové hydraulické, s kontrolou účinnosti, ktorá sa nachádza na štyroch tandemových kolesách, úplne uzatvorené a bezúdržbové. Systém má dva priečne brzdné obvody na súčasné brzdenie na oboch stranách. Zabezpečovací systém pre operátora je vizuálny aj zvukový. Parkovacia brzda sa aktivuje a deaktivuje hydraulicky. Brzdy dopĺňa vizuálny aj zvukový alarm. Brzdové komponenty sú vyhotovené bez použitia azbestu.

Hydraulické systémy

Hydraulický systém so snímačom zaťaženia motora znižuje spotrebu energie a pohonných látok. Regulačné ventily poskytujú vyvážený hydraulický tok a kontrola sa vykonáva s veľkou presnosťou a plynulosťou. Systém kontroly je usporiadaný podľa priemyselných štandardov. Vypínanie má ventily na zamedzenie preťaženia valcov zaťažovaných v týchto obvodoch: zdvíhanie kotúča, naklonenie radlice, kruhové zrovnávanie, naklápanie a otáčanie kruhového uchytania radlice.

Podvozok

Ide o oceľový, masívny, zváraný skriňový alebo rúrový rám, ktorý je kĺbovo uložený na prednej výkyvnej náprave a hnacej náprave. Rozloženie hmotnosti stroja $G(t)$ na nápravy trojnápravového gradera býva v pomere 40 : 60. Veľké rozpätie medzi nápravami umožňuje manipuláciu radlice ako hlavného pracovného nástroja.

Predná náprava

Predné kolesá sú uchytané na skriňovom alebo rúrovom ráme, na ktorom je zavesená aj radlica. Niektoré typy strojov majú rám kĺbovo lomený, čím sa zvyšuje ovládateľnosť stroja a zväčšuje rozsah pracovných operácií. Konštrukcia kolies umožňuje naklonenie o 18° na každú stranu okolo vertikálnej osi na zníženie bočného ťahu, keď pracuje v šikmej polohe, ako aj práce na rôznych výškových úrovniach, pri kopaní priekop, vytváraní klenieb a ďalších podobných úloh. Kombinácia týchto dvoch zariadení umožňuje ovládanie bez nadmernej zaťaženia vodiča, takže môže svoju pozornosť zameriavať na polohu radlice. Stroj sa ovláda z kabíny vodiča, odkiaľ možno riadiť smer jazdy stroja a meniť polohu jeho prednej nápravy.

Kabína vodiča

Je umiestnená nad hnacou tandemovou nápravou. Aby sa brit a radlica dali dobre viesť, stroj má vytvorený vhodný tvar kapoty a veľké okná, ktoré zabezpečujú výbornú viditeľnosť vo všetkých smeroch. Pohodlne odpružené sedadlo s bezpečnostným pásom, bezproblémové ovládanie a nízka hlučnosť vytvárajú veľmi vhodné pracovné prostredie. Všetky ovládacie prvky sú umiestnené v rozsahu 90° v zornom poli vodiča. Prístrojová doska zvyčajne obsahuje multifunkčný displej s ukazovateľom tlaku motorového oleja, teploty chladiacej kvapaliny a množstva paliva, ako aj monitorovanie prepravnej kontroly a elektronickej výbavy. V nastaviteľnom podstavci sa nachádzajú prepínače: uzávierka diferenciálu, výstražné svetlá, kombinované ukazovatele trúbenia a diaľkového svetla, ovládanie kúrenia a spínače pre osvetlenie a príslušenstvo. Táto konzola obsahuje aj štartovací kľúč. Spätné zrkadlá sú na oboch stranách a vnútri je vybavené konvexným spätným zrkadlom. Hladina hluku vo vnútri kabíny by podľa ISO 6394 nemala v priemere prekročiť 75 dB (uzatvorené kabíny).

Otočný veniec z ozubením

V polovici gradera, na predĺženej časti traktora, sa nachádza veľké horizontálne kruhové zariadenie – otočný veniec. Na otočnom venci je upevnený základný pracovný nástroj – radlica, ktorá sa môže otáčať v uhle 360°. Má nastaviteľný uhol rezu úpravy, ktorý sa pohybuje na obidve strany až do 90°. Otočný veniec sa môže presúvať aj v pozdĺžnom smere. Radlica sa môže vysúvať aj vpravo alebo vľavo, mimo nápravu stroja, a ak je to potrebné v horizontálnej aj vertikálnej rovine. Takéto takmer neobmedzené možnosti pohybu sú výsledkom zložitého systému pripevnenia radlice k stroju. Toto umožňuje radlici dosiahnuť akúkoľvek pozíciu na vykonanie požadovanej práce. Dĺžka reznej hrany radlice sa pohybuje od 2,5 m do 4,5 m, výška 0,50 m až 0,60 m, predná hrana je mierne zaoblená a na spodnej strane sa nachádza rezná hrana – brit, ktorá je vymeniteľná. Pred prednou nápravou môže mať grader pomocnú radlicu a v zadnej časti nosiča môže byť vybavený rozrývacím trňom alebo rozrývacími hrablicami.

Radlica

Základným pracovným nástrojom je radlica, ktorá je umiestnená v spodnej časti za prednou nápravou. Je uchytená na rám pomocou otočného venca. Otočný veniec má kalené ozubenie na minimalizáciu opotrebenia. Je uchytený v šiestich nastaviteľných bodoch. Dosky a bloky sú pokryté ochrannou vrstvou, aby nedochádzalo ku kontaktu kovu a aby sa zabezpečila maximálna životnosť. Radlica sa ovláda pomocou hydromotorov z kabíny vodiča. Poloha radlice, kolmá na smer jazdy stroja, sa využíva najmä na rozhrňanie zeminu a presné urovnávanie povrchu pláne. Poloha radlice šikmo na smer jazdy stroja umožňuje posúvanie zeminu do strany, čo vyžaduje menší výkon motora ako na tlačenie. Súčasne možno využívať viaceré funkcie, ako sú rotácie v kruhu, bočný pohyb rámu a sklon listu radlice. Ochrana pri kruhovom pohybe sa zabezpečuje nastaviteľným sklzom spojky, pričom vznikajú horizontálne sily, ktoré sa vyskytujú počas náročných aplikácií. Radlice majú v reznej hrane upevnený brit z kalenej ocele. Predná dozerová radlica je pracovným nástrojom na hrubšie zarovnávacie práce. Rozrušovacie zariadenia umiestnené v zadnej časti má rôzny počet zubov. Môže byť umiestnené aj za hlavnou radlicou. www.asb.sk



Obr. 3 Čelné Radlice pre gradery (www.metalport.sk)

1.3 Rozdelenie graderov

Udržiavanie prevádzkovej schopnosti strojov je hlavným predpokladom ich efektívneho využívania a výkonnosti. To vyžaduje dôslednú starostlivosť, ktorá spočíva v systematických údržbársko-opravárskych zásahoch. Tieto sa môžu realizovať aj ako preventívne zásahy, s cieľom predísť opravám väčšieho rozsahu a následným prestojom. Kontrolná prehliadka sa vykonáva, aby sa predišlo haváriám. Vykonávajú sa také úkony, ktorými sa prekontroluje funkčnosť a technický stav stroja, hlavne tie časti,

ktoré zabezpečujú bezpečnosť prevádzky a osôb. O kontrole sa vykoná záznam aj s určenými opatreniami.

Tabuľka 1 Technické parametre graderov (www.asb.sk)

Technické údaje	Ľahké	Stredné	Ťažké	Veľmi ťažké
Výkon motora P (kW)	35 – 55	65 – 80	120 – 140	180 – 220
Hmotnosť stroja G (t)	6 – 9	10 – 12	13 – 15	17 – 24
Dĺžka radlice L (m)	2,7 – 3,2	3,6 – 3,8	3,6 – 4	3,8 – 4,2

Medzi základné **úkony údržby** patrí:

- vonkajšie ošetrovanie stroja, t. j. umytie a očistenie,
- technická prehliadka,
- premazanie stroja podľa mazacieho plánu,
- výmena, prípadne doplnenie olejov a prevádzkových kvapalín, výmena a očistenie filtrov, odkalenie vzduchovej sústavy, skupín a podskupín stroja,
- dotiahnutie spojovacích častí (skrutiek, matíc a pod.),
- kontrola strojných častí (hlučnosť, vibrácie, neprípustné zahrievanie, netesnosti spôsobujúce unikanie mazacích a prevádzkových kvapalín), ich nastavenie, výmena súčiastok s kratšou životnosťou,
- kontrola chodu stroja naprázdno a pri zaťažení,
- uskladnenie stroja, súčiastok a ich konzervácia,
- vykonanie predpísaných záznamov v kontrolnej knihe stroja prípadne v prevádzkovom denníku. www.asb.sk

1.4 Navádzacie a automatizačné zariadenia zemných strojov

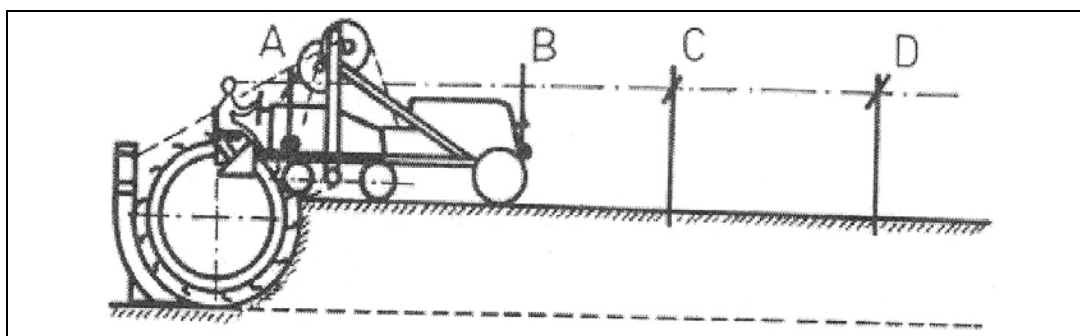
Rozmanitosť zemných prác kladie na stroje špeciálne požiadavky. Jednou z nich je, aby stroje pracovali s požadovaným sklonom (napríklad pri urovnávaní terénu, pokládke vozoviek, budovaní kanalizácie alebo pri ukladaní drenážneho potrubia). Výrobné firmy sa snažia o vývoj navádzacích a automatizačných prvkov, ktoré by spĺňali dané požiadavky. Navádzacie zariadenia sú podstate kopírovacie prístroje, ktoré sledujú zadaný program. Tento program môže byť realizovaný dvojakým spôsobom (Simoník a kol., 2009):

- a) ako vnútorná stabilizovaná základňa, kam patria všetky elektronické libely, kývadlá, gyrovertikály apod.,

-
- b) ako vnútorná stabilizovaná základňa, kam patria napnuté lanko, laserový lúč, vysokofrekvenčné elektromagnetické vlny, infračervené lúče a pod.

1.4.1 Vizuálne (optické) navádzacie zariadenia

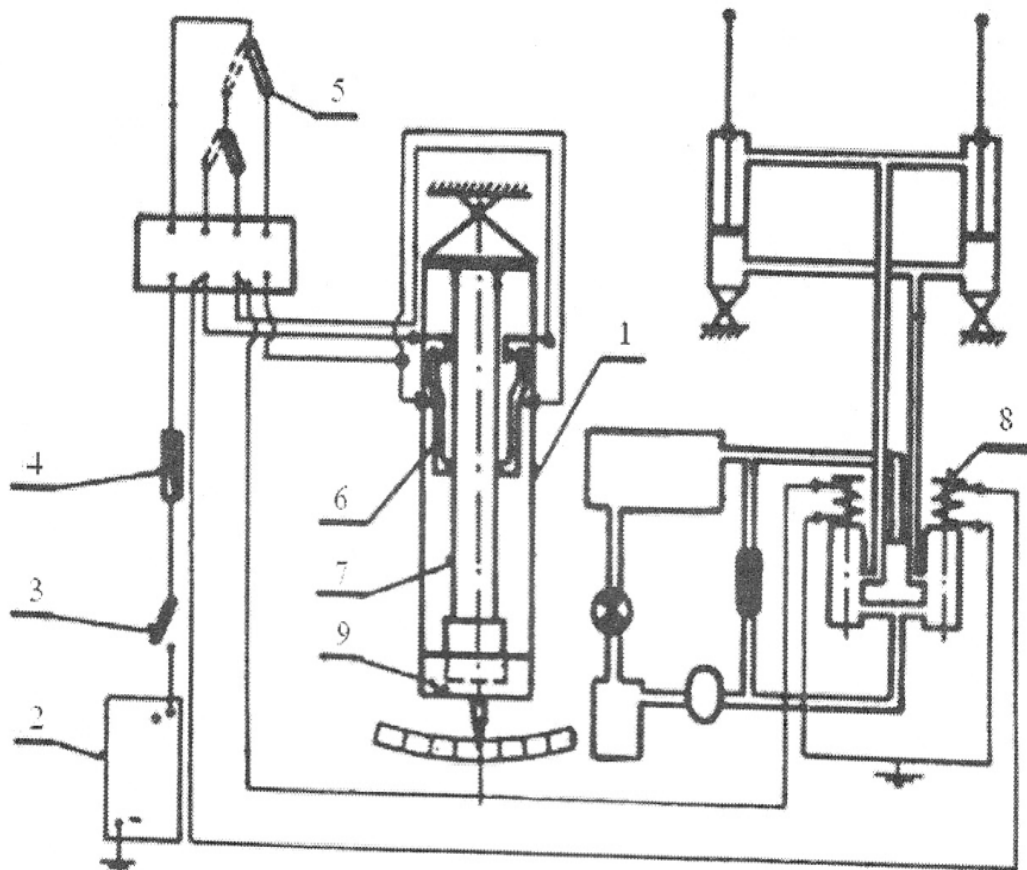
Vizuálne zariadenia je veľmi jednoduché a svojho času pomerne rozšírené. Konštrukčné usporiadanie sa podľa jednotlivých výrobcov podstatne nelíši. Základnú časť tvoria dve oceľové tyče A, B ktoré sú na seba pri každej polohe stroja vzájomne kolmé (obr. 4). Dosahuje sa to tak, že ako na smerovej tyči B, tak aj na nivelačnej tyči A je pripevnené závažie a obe tyče sú otočne spojené strojom. Výška bočnej hrany tyče A od miesta merania (napr. terénu, dna ryhy apod.) je konštantná. Nivelačné kríže C sa vytyčujú pozdĺž trasy a pomáhajú udržiavať požadovanú rovinu alebo sklon. Obsluha sleduje spojnice nivelačnej tyče A a smerovej tyče B, ktoré musia byť neustále na spojnici nivelačnými krížmi C. Pri práci strojov vznikajú vplyvom nerovnosti terénu výchylky, ktoré obsluha opticky registruje a ovládacou pákou vyhlbuje alebo zahlbuje pracovný mechanizmus. Kvalita práce (dodržiavanie roviny alebo sklonu) závisí od pozornosti a reakčnej schopnosti obsluhy, technického stavu stroja, presnosti vytýčenia krížov apod. Pri dodržaní všetkých požiadaviek sa dosahujú dobré výsledky. Nevýhodou zariadenia je okrem oneskorenej reakcie obsluhy aj ručné ovládanie, ktoré neumožňuje automatické dodržiavanie požadovanej roviny alebo sklonu.



Obr. 4 Schéma vizuálneho navádzacieho zariadenia
A – nivelačná tyč, B – smerová tyč, C,D – nivelačné kríže

1.4.2 Navádzacie zariadenie pracujúce na princípe kyvadla

Navádzacie zariadenie je okrem kyvadla tvorené elektrickým a hydraulickým obvodom. Toto zariadenie navádza pracovný mechanizmus automaticky na požadovaný sklon alebo rovinu a umožňuje aj ručné ovládanie. (Simoník a kol., 2009)



Obr. 5 Schéma navádzacieho zariadenia pracujúceho na princípe kyvadlo
 1 – skriňa , 2 – akumulátor, 3 – hlavný spínač, 4 – poistky, 5 – voliaci vypínač, 6 – pohyblivé kontakty, 7 – kyvadlo, 8 – cievky elektromagnetu, 9 – olejový tlmič

1.4.3 Navádzacie zariadenie pracujúce podľa vodiaceho lanka

Navádzacie zariadenie sa skladá z niekoľko základných uzlov: vytyčovej súpravy, kopírovacieho zariadenia, signalizačného okruhu a hydraulikkej časti. Pred vytyčovaním sa uskutoční nivelácia terénu aspoň po 20 m. Podľa nivelácie sa výškovo nastaví lanko nad terénom rovnice (Simonik a kol., 2009):

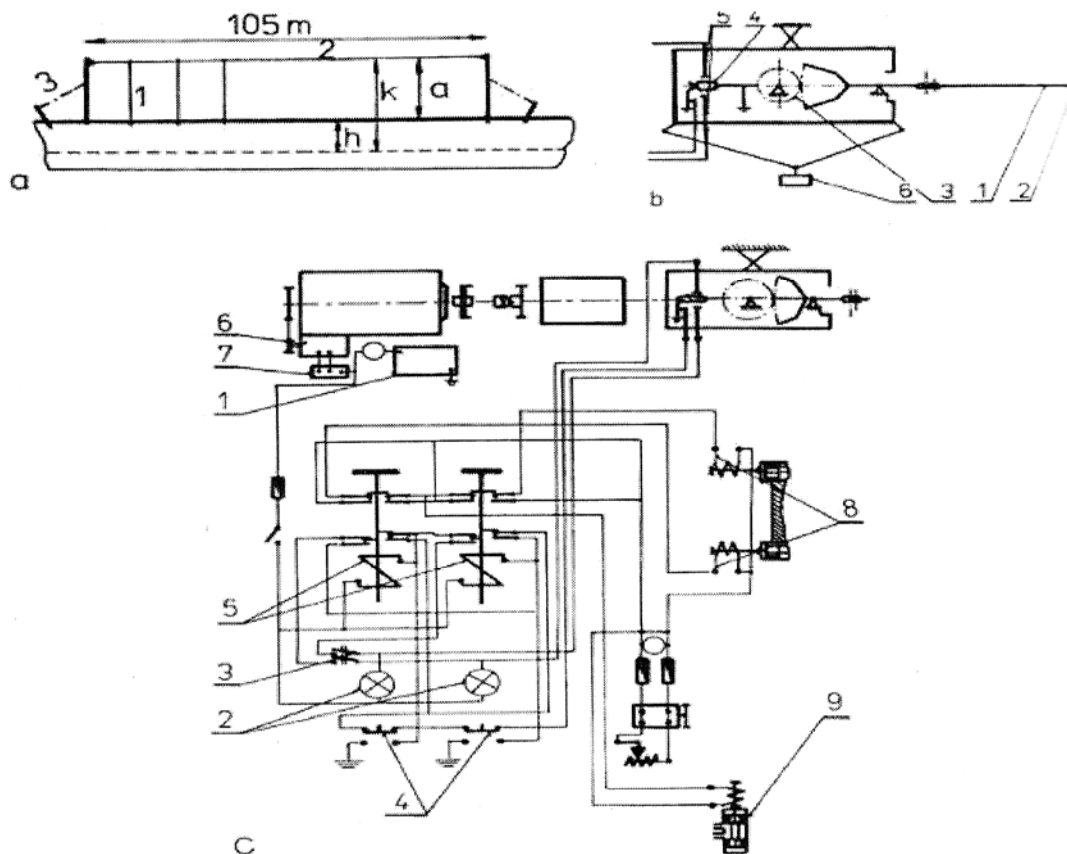
$$a = k - h \quad , \quad \text{mm} \quad (1)$$

kde:

a – výška tyče nad terénom,

k – súčiniteľ závisiaci od požadovanej hĺbky ryhy ,

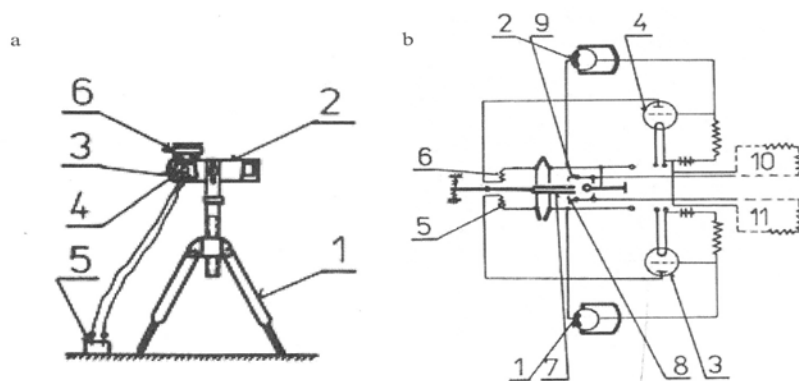
h – vzdialenosť od povrchu zeme (terénu) po dno ryhy



Obr. 6 Schéma navádzacieho systému pracujúceho podľa vodiaceho lanka
a – vytyčovacia súprava : 1- tyč , 2 – vodiace lanko, 3 – napínanie zariadenie; **b – kopírovacia časť** : 1 – hmatacia tyč , 2 – vodiace lanko, 3 – pastorok , 4 – pohyblivý kontakt, 5 – pevné kontakty, 6 – závažie;
c – signálny okruh : 1 – akumulátor, 2 – signalizačné žiarovky, 3 – vypínač automatického ovládania, 4 – ručné ovládacie tlačidlá, 5 – elektromagnetické cievky, 6 – zdroje energie, 7 – relé napätia, 8 – elektromagnetické šúpatka, 9 – dotykové šúpadlo

1.4.4 Navádzacie zariadenie pracujúce s infračervenými lúčmi

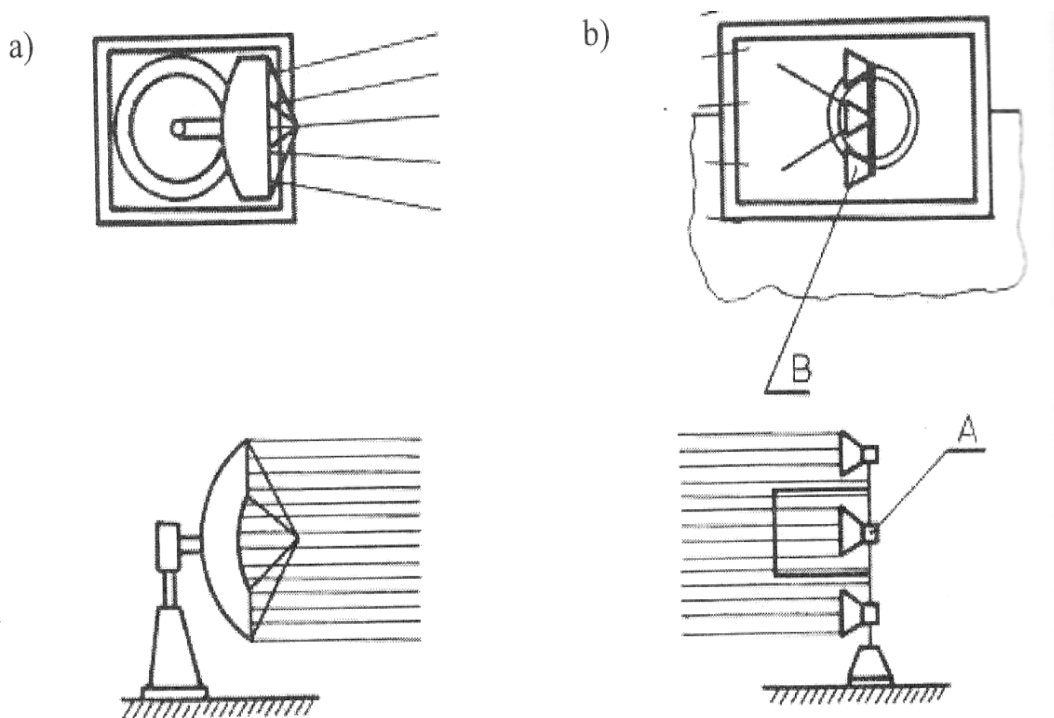
Navádzacie zariadenie sa skladá z troch základných uzlov: vysielача signalizačného zariadenia a hydraulického okruhu.



Obr. 7 Schéma navádzacieho zariadenia pracujúceho s infračervenými lúčmi
a – vysielач : 1 – statív, 2 – hlavica, 3 – parabolické zrkadlo, 4 – svetelný zdroj, 5 – akumulátor, 6 – optický zameriavač; **b – signalizačné zariadenie** : 1, 2 – fotobunky, 3, 4 – zosilňovače, 5, 6 – elektromagnetické relé, 7 – kotva, 8, 9 – kontakty, 10, 11 – cievky elektromagnetu

1.4.5 Navádzacie zariadenie pracujúce na princípe vysokofrekvenčných elektromagnetických vln

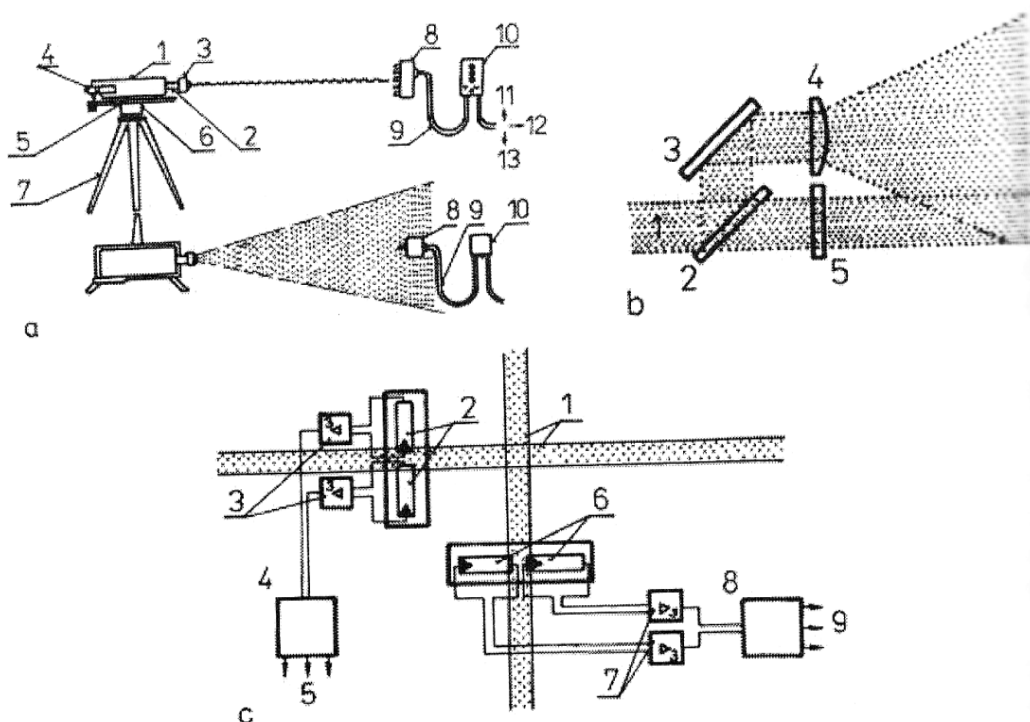
Navádzacie zariadenie má rovnaké uzly a funkcie ako zariadenie pracujúce s infračervenými lúčmi. Zdroj signálu (vln) sa inštaluje na konci ryhy a prijímacia jednotka na ráme pracovného mechanizmu. Zdroj elektromagnetických vln je tvorený parabolickým reflektorom, v jeho ohnisku je umiestnená dipólová anténa a oscilačná jednotka. Celé zariadenie je otočne upevnené k základnému telesu. Akumulátor je zdrojom prúdu pre oscilátor amotorický phon otáčania. (Simonik a kol. 2009)



Obr. 8 Schéma navádzacieho zariadenia na princípe vysokofrekvenčných elektromagnetických vln
a – zdroj signálu; b – prijímacia jednotka : A – prijímače vo vertikálnej rovine, B – prijímače v horizontálnej rovine

1.4.6 Navádzacie zariadenie využívajúce laserový lúč

Použitie laserových lúčov je vo svete veľmi rozšírené, našlo veľké uplatnenie aj pri stavebných strojoch. Sú to jedno a viacúčelové zariadenia, ktoré snímajú lúč elektronicke alebo signálne. Konštruujú sa systémy pre terénne a stavebné práce v priamke, vo vodorovnej aj zvislej rovine, práve tak ako aj systémy na riadenie melioračných a stavebných strojov (Simoník a kol., 2009).



Obr. 9 Schéma navádzacieho zariadenia využívajúceho laserový lúč

a – jednorozmerové riadenie : 1 – vysielateľ, 2 – teleobjektív, 3 – valcová šošovka, 4 – ďalekohľad, 5 – sklopná doska, 6 – aretácia, 7 – statív, 8 – fotoelektrický snímač, 9 – kábel, 10 – zosilňovač, 11 až 13 – radiacie signály; **b – dvojrozmerné riadenie :** **c – snímanie polohy oboch rovín :** 1 – svetelný lúč, 2, 6 – polopriepustné zrkadlá, 3, 7 – odrazové zrkadlá, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – valcové šošovky

1.5 Nivelačné systémy pre gradery

1.5.1 Využitie automatického nivelačného systému

Presné nivelačné práce možno radlicou realizovať vďaka elektrickému snímaniu pozdĺžnej nively vytýčenej tenkým napnutým drôtom alebo laserovým lúčom. Takto stanovená rovina sa prenáša do ovládacích systémov, ktoré dávajú impulz príslušným hydromotorom na ovládanie polohy radlice. Tým dochádza k presne stanovenej rovine nivelety. Automatický nivelačný systém umožňuje optimálne využitie stroja a maximálne zvýšenie produktivity práce. Tento typ nivelácie je vhodný na úpravy veľkých plôch, ktoré sú vo vodorovnej rovine, prípadne sklonené v jednej alebo vo dvoch osiach s obmedzením pohybu stroja iba v osi stavebnej plochy. Hlavnou prednosťou tejto nivelácie je využitie senzora priečného sklonu pri modelovaní vertikálnych oblúkov a možnosť kombinácie automatického priečného sklonu s ultrazvukovým senzorom. Všetky informácie zo snímačov sa sústreďujú v ovládacej skrinke, ktorá ich digitálne spracúva, porovnáva výsledky s požadovanými hodnotami

a následne vysielala korekčné impulzy do hydraulického ovládača, aby vykonal korekčnú zmenu na správnom korekčnom hydraulickom valci. Výsledkom je automatické vedenie britu radlice gradera v požadovanej výške a v danom priečnom sklone, bez ohľadu na nerovnomerný pohyb stroja. Presnosť zarovňavania terénu je voliteľná podľa účelu. Možno nastaviť jemný alebo hrubý stupeň korekcie. www.asb.sk

1.5.2 Výhody automatického nivelačného systému

Výhodami sú:

- zvýšenie produktivity práce až o 50% vďaka urýchleniu pracovných operácií stroja, pretože treba vykonať omnoho menej pracovných krokov ako pri ručnom ovládaní,
- minimalizácia pracovných pojazdov stroja vďaka milimetrovej presnosti,
- nepotrebnosť vykonávania kontrolného merania upravenej plochy,
- vytvorenie presných výškových a priečných profilov pomocou inteligentnej elektroniky (www.abs.sk)

1.5.3 Voľba automatických nivelačných systémov

Automatizovaný systém nainštalovaný na stavebnom stroji totiž neustále porovnáva hodnoty zadané projektantom s existujúcim stavom a zadáva stroju korekcie, pomocou ktorých sa existujúci stav automaticky mení na projektovaný stav. Na trhu sú už bežne dostupné rozličné typy automatických nivelačných systémov, ktoré umožňujú (www.abs.sk):

- obojstranné riadenie výšky dvoma laserovými senzormi,
- obojstranné riadenie výšky dvoma laserovými senzormi a automatickým priečnym sklonom,
- riadenie pomocou automatického priečneho sklonu a laserového senzora,
- riadenie pomocou automatického priečneho sklonu a ultrazvukového senzora,
- riadenie automatickým priečnym sklonom,
- 3D-LPS riadenie motorizovanou totálnou stanicou,
- 3D-GPS riadenie satelitnou navigáciou,
- 3D-mm GPS – 3D riadenie satelitnou navigáciou s milimetrovou presnosťou.

1.5.4 Prídavné zariadenia

Najčastejším prídavným zariadením sú rozrývacie radlice, ktoré môžu byť umiestnené pod rámom gradera pred radlicou alebo v zadnej časti, ako rozrývacie trne, prípadne radlice. Ovládanie je hydraulické, z kabíny vodiča. Rozrývacia radlica pod rámom gradera slúži na rozrývanie zeminy pred hlavným pracovným nástrojom – radlicou, čím umožňuje zväčšenie hrúbky upravovanej vrstvy zeminy a zmenšenie odporov pri práci stroja. Rozrývacie trne v zadnej časti stroja sa využívajú na rozrývanie kompaktných hornín, a to na prvotnú prípravu terénu pred predbežným zrovnáním (prípadne odhrnutím) zeminy. Až následne sa vykonáva presné zarovnávanie, nakoľko rozrušená kompaktná zemina je zrnitá a väčšinou bráni presnému urovneniu pri prvom pojazde. V niektorých prípadoch sa využíva aj rozrývacia radlica, ktorá sa umiestňuje v prednej časti ako zámena prednej radlice. Táto radlica umožňuje rozrývanie zeminy zároveň s urovnáním rozrušenej vrstvy do požadovaného tvaru. Je však využiteľná len v menej kompaktných horninách. Ďalším prídavným zariadením je takzvaná Clean lopata na sneh, ktorá svojím tvarom umožňuje odstraňovanie snehu z komunikácií. Montuje sa v prednej časti namiesto radlice. Medzi prídavné zariadenia možno zaradiť aj nadstavec pre využitie automatického nivelačného systému. Patria sem napríklad laserový snímač, ultrazvukový senzor, senzor priečného sklonu, rotačný senzor, senzor pozdĺžneho sklonu a hydraulický blok, vzdialené inteligentné ovládače, elektronický odpružený stožiar, odpružený stožiar a ďalšie, podľa zvoleného automatického nivelačného systému (www.abs.sk).

1.5.5 Systém Leica GS496

Zvyšuje produktivitu o 50% a predlžuje životnosť graderov. Grader a buldozér sú najčastejšie nasadzované stroje na veľké plošné úpravy terénu. Systém GS496 v automatickom alebo v poloautomatickom režime koordinuje všetky súčasti stroja a automatického riadiaceho systému Leica. Výsledkom je, že radlica stroja je automaticky prostredníctvom hydrauliky stroja udržiavaná v požadovanej výške a taktiež v priečnom a pozdĺžnom sklone. Systém GS496 tvoria dve časti. Extená jednotka určuje výšku. Môže to byť rotačný laser alebo vodiaci drôt. Typ rotačného lasera závisí od druhu prác. Na práce vo vodorovnej rovine postačuje lacnejší, jednoduchý, ale odolný a presný rotačný laser, z produkcie fy Leica napr. RUGBY200. Ak sú vyžadované práce v sklone, je vhodné nasadiť JAVELIN-S, rotačný laser s digitálnym sklonom až $\pm 50\%$.

Druhú časť tvoria laserové prijímače (výškové ukazovatele), senzory a riadiaca časť, ktoré sú umiestnené na stroji. Laserové prijímače, umiestnené na tyči na radlici prijímajú z rotačného lasera údaje o požadovanej výške. Senzory sklonu a rotácie udávajú hodnoty pre priečny sklon a pootočenie radlice. Všetky informácie z laserových prijímačov a zo senzorov nepretržite prijíma riadiaca skrinka, ktorá ich spracováva, porovnáva s požadovanými hodnotami a ihneď vysiela opravy do hydraulického ovládača, ktorý vykoná zmenu na príslušnom hydraulickom valci - pohyb radlice je automatický.



Obr. 10 Rugby 200 <http://www.geotech.sk>)

RUGBY 200 je univerzálny interiérový a exteriérový laser s viditeľným laserovým lúčom. Priaznivá uvádzacia cena vo svojej kategórii presných univerzálnych laserov s mimoriadnou odolnosťou. Prístroj sa dodáva [v rôznych zostavách](#), presne podľa jeho budúceho nasadenia. Použitá je [najnovšia technológia](#), vďaka ktorej patrí RUGBY200 k najlepším interiérovým a exteriérovým laserom. (<http://www.geotech.sk>)

1.5.6 Javelin-s - Presný sklonový laser

Je unikátny rotačný laser s extrémnym duálnym nastavením sklonov v rozsahu až ± 50 %. Sklony sa nastavujú digitálne a v rozsahu nastavenia sklonov pracuje automatika a výstraha. Dosah až 900m (priemer) a vysoká presnosť ho predurčujú na nasadenie na veľkých plošných a líniových stavbách, ako sú diaľnice, športové ihriská a pod. Ideálny prístroj na riadenie stavebných mechanizmov, napr. v kombinácii s GPS, kedy prenáša projektovaný 3D model do terénu.

Tabuľka 2 Technické parametre

Pracovný dosah (priemer)	300 m s prijímačom, v interiéri 50 m bez prijímača
Presnosť	± 1.5 mm / 30 m, kompenzátor
Rozsah samourovňovania	± 5°
Rýchlosť rotácie	0, 1, 2, 5, 10 RPS (otáčky/sek.)
Skenovanie	10°, 45°, 90°, 180°
Vytyčovanie sklonov	Pooautomatické do 10 %
Batéria - typ	Alkalická alebo NiMH
Batéria - životnosť	50 h alkalická, 30 h nabijateľná NiMH
Laserová dióda	Viditeľná laserová dióda 635nm
Laserová trieda	II FDA / Class 2 IEC
Rozmery	198 x 248 x 175 mm
Operačná teplota	-20°C až +50°C
Hmotnosť	2.95 kg
Enviromentálne podmienky	Odolnosť voči vode IPX-6-standart
Záruka	24 mesiacov
Autorizovaný servis	Záručný a pozáručný servis GEOTECH Bratislava



Obr. 11 Sklonový laser (http://www.geotech.sk/OLD/L2L_Javelin_s.htm).

Tabuľka 3 Technické parametre

Technické parametre	Javelins
<i>Pracovný rozšha</i>	900 m
<i>Rozsah samourovňovania</i>	± 6 arc sec
<i>Rozsah sklonov</i>	± 50% v oboch osiach X a Y
<i>Rýchlosť rotácie</i>	od 300 do 1200 otáčok / min
<i>Batéria Typ</i>	Interná NiMH alebo 12V externá
<i>Batéria živnosť</i>	Viditeľná laserová dióda 635nm
<i>Laserová dióda</i>	II FDA / Class 2 IEC
<i>laserová trieda</i>	312x305x269 mm
<i>Rozmery</i>	312x305x269 mm
<i>Operačná teplota</i>	- 10°C až + 50°C;
<i>hmotnosť</i>	8.20 kg s internou batériou
<i>enviromentálne podmienky</i>	Odolnosť voči vode IPX-7-standart
<i>záruka</i>	24 mesiacov

1.5.7 Komponenty automatického riadenia

Automatické riadenie má nasledovné komponenty:

➤ **Riadiaca skrinka**

Riadiaca jednotka (controler) je ústredná časť automatického riadenia, slúži na ovládanie a sledovanie priebehu riadenia. Môže byť umiestnená v kabíne, alebo v motorovej časti (v kabíne je iba kontrolný panel). Strojník má v kabíne k dispozícii veľký displej, takže môže ľahko sledovať aktuálny priebeh prác. Riadiaca jednotka zadáva korekcie do hydraulickej jednotky. Automatický systém sa dá jednoduchým prepnutím zmeniť na manuálny.

➤ **Ultrazvukový senzor a laserový prijímač**

Ultrazvukový senzor a laserový prijímač vyhodnocuje polohu voči nastavenej výške. Výška môže byť nastavená rotačným laserom (laserový prijímač) alebo vopred nastaveným vodiacim drôtom, obrubníkom a pod. (ultrazvukový senzor).

➤ **Senzor pozdĺžneho sklonu**

Senzor pozdĺžneho sklonu priebežne meria a vyhodnocuje spád v smere pohybu stroja, resp. pri cúvaní. Senzor vysielá signály do riadiacej skrinky a odtiaľ sú vysielané korekcie, ktoré signalizujú hydraulike, ako má udržiavať požadovaný pozdĺžny sklon.

➤ **Rotačný senzor**

Rotačný senzor nepretržite zaznamenáva uhol pootočenia radlice gradera. Riadiaca skrinka neustále spracováva a vyhodnocuje signály zo všetkých senzorov a z výškového ukazovateľa. Z riadiacej skrinky odchádzajú signály k hydraulickej jednotke, ktorá dáva impulzy na zmenu na hydraulickom valci, takže pohyb stroja je úplne automatizovaný. Grader môže jazdiť podstatne rýchlejšie a požadovaný tvar plochy sa dosiahne pri menšom počte opakovaných jázd. Výsledkom automatizovanej práce je zvýšenie produktivity, úspora strojových hodín, predĺženie životnosti stroja a najmä vynikajúca presnosť, ktorá dosahuje milimetre.



Obr. 12 Riadiaci panel http://www.geotech.sk/OLD/MA_2D_GS496_kabina.jpg

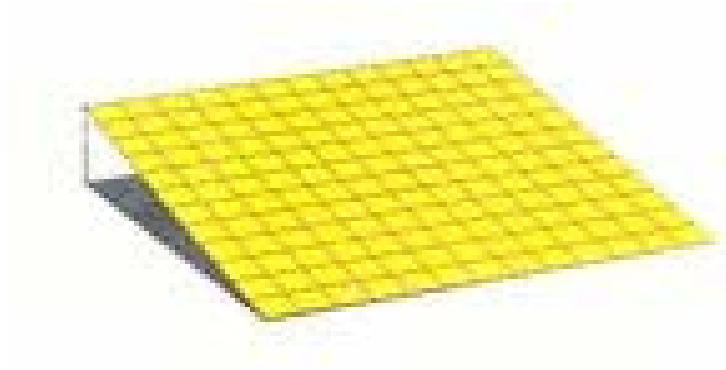


Obr. 13 Hydraulické jednotky http://www.geotech.sk/OLD/MA_2D_GS496_hydr.jpg

1.5.8 Automatický nivelační systém TOPCON FIVE pre gradery

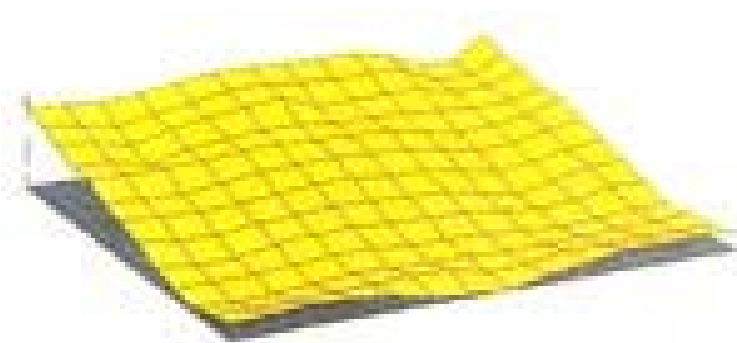
Pre prácu v rovine prípadne v jednom alebo dvoch sklonoch je vhodný systém obojstranného riadenia výšky radlice pomocou dvoch laserových senzorov, alebo pomocou jedného laserového senzoru a automatického priečného sklonu. Referenčnú rovinu vytvára rotačný laser, ktorý môže byť nivelačný (vhodný pre vodorovnú rovinu) alebo sklonový (vhodný pre plochy sklonené) v jednej alebo dvoch osiach. Sklonový

laser si zvolíme podľa maximálneho spádu s ktorým pracujeme alebo budeme v budúcnosti pracovať.



Obr. 14 Práca na rovine <http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery>

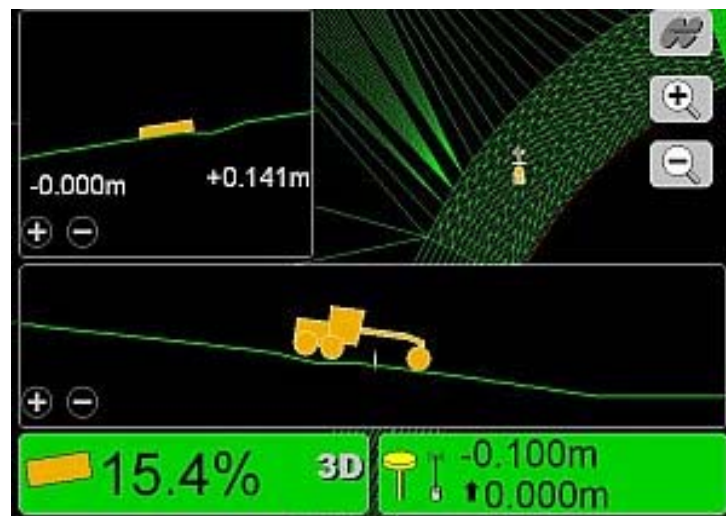
U líniových stavbách ako cesty, diaľnice alebo stavieb u ktorých dochádza k častým zmenám pozdĺžnych a priečných spádov najde najlepšie využitie nivelačný systém riadenia pomocou ultrazvukového senzoru a automatického priečného sklonu. Tento systém je obzvlášť vhodný pokiaľ máme možnosť snímať z referenčnej roviny ako napríklad nivelačný drôt, obrubník, upravená vrstva a pod.



Obr. 15 Práca v členitom teréne <http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery>

Pokiaľ je potreba zvýšiť produktivitu práce stroja na maximum a pritom znížiť podružné náklady (vytyčovacie práce, kontrolné práce atd.) a ide o komplikované stavby s premeneným priečnym a pozdĺžnym spádom doporučujeme vybavenie stroja nivelačným systémom 3 D využívajúci satelitnú navigáciu alebo motorizovanú stanicu. Nivelačné systémy 3D pracujú podľa digitálneho modelu projektu upravovaného terénu, čím zložitejšie terénne úpravy robíme tým väčšie prínosy nivelačný systém 3D prináša. Systém môžeme použiť v graderoch, buldozeroch, finišeroch, cestných frézach apod. TOPCON je aplikácia nivelačného systému 3D otázkou niekoľkých minút.

V prípade že budete chcieť používať váš stroj na iné práce ako bol pôvodne vybavený, umožňuje nivelačný systém TOPCON jednoduché pripojenie ľubovoľného typu snímača (laserový senzor, ultrazvukový senzor, GPS anténa, automatický priečny sklon alebo senzor pre riadenie motorizovanou stanicou). Vďaka tomuto modulárnemu nivelačnému systému môže váš stavebný stroj pracovať podľa ľubovoľnej referenčnej roviny (laserový lúč, nivelačné lanko, obrubník, digitálny model ard.), ktorá je dostupná na stavenisku.



Obr. 16 Riadenie gradera (<http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery>)

Rozdelenie nivelačných systémov

- ✓ Obojstranné riadenie výšky dvoma laserovými senzormi
- ✓ Obojstranné riadenie výšky dvoma laserovými senzormi a automatický priečny sklon
- ✓ Riadenie pomocou automatického priečneho sklonu a laserového senzoru
- ✓ Riadenie pomocou automatického priečneho sklonu a ultrazvukového senzoru
- ✓ Riadenie automatickým priečnym sklonom
- ✓ 3D – LPS riadenie motorizovanou stanicou
- ✓ 3D – GPS riadenie satelitnou navigáciou
- ✓ 3D – mm GPS



Obr. 17 Riadiace a kontrolné prvky (<http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery>)
 1 – Riadiaca jednotka systému TOPCON FIVE, 2 – Laserový snímač, 3 – Ultrazvukový senzor, 4 – Senzor priečného sklonu, 5 – Rotačný senzor, 6 – Senzor pozdĺžneho sklonu a hydraulický blok, 7 – Vzdialené inteligentné ovládače, 8 – Elektronický odpružený stožiar TM -1, 9 – Odpružený stožiar

1.6 Výrobca graderov – John Deere

Jednou z firiem, ktorá sa zaoberá vývojom a výrobou stavebnej techniky napr. graderov je firma John Deere. V tabuľke 4 sa uviedli základné parametre vybraného gradera (John Deere 770d). Na obr.14 je uvedený grader John Deere 770d. V tabuľke 5 sa uviedli technické parametre vybraného gradera.



Obr.14 Grader od firmy Hitachi <http://www.hitachi-c-m.com/au/products/grader/770d/index.html>

Tabuľka 4 Základné parametre

Parameter	Hodnota
<i>Výkon</i>	123 – 138 KW
<i>Hmotnosť</i>	17876 kg
<i>Rýchlosť</i>	40 km .h
<i>Šírka radlíc</i>	4270 mm

Tabuľka 5 Technické parametre

Parameter	Hodnota
<i>Motor</i>	John Deere PowerTech
<i>Zdvihový Objem</i>	6,8 l
<i>Nominálna rýchlosť</i>	2000 rpm
<i>Prevodový stupeň 1- 3</i>	108KW
<i>Prevodový stupeň 4-5</i>	123KW
<i>Prevodový stupeň 6 - 8</i>	138KW
<i>Predná náprava</i>	3855 kg
<i>Zadná náprava</i>	10 663 kg
<i>Celková hmotnosť</i>	14 519 kg
<i>Palivová nádrž</i>	401,2 l
<i>Chladiaci okruh</i>	45,4 l
<i>Mazanie motora</i>	23,7 l
<i>Hydraulická nádrž</i>	53 l
<i>Počet valcov</i>	6

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce je uskutočniť analýzu graderov, v procese kvalifikovaného rozhodovania pri výbere stavebného stroja, pričom využitím vhodných rozhodovacích metód určíme stroj s najoptimálnejšími vlastnosťami.

Cieľ práce je možno popísať do nasledovných bodov:

- Uskutočniť analýzu parametrov graderov dostupných na trhu.
- Rozpracovať metodický postup pre výber graderov s využitím získaných technických parametrov od jednotlivých predajcov vo svete.
- Na základe spracovaných výsledkov vybrať najlepšiu alternatívu a posúdiť rozhodnutie a stanovenie daného výberu.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Prieskum trhu so zameraním na parametre graderov

Uskutočniť analýzu vybraných stavebných strojov dostupných na trhu získané nástrojom marketingového prieskumu, osobným rozhovorom.

3.2 Metodický postup pre výber graderov

Kvalifikované rozhodovanie by malo rešpektovať určité zásady rozhodovacieho procesu, ktorých zohľadnením možno zostaviť všeobecnú postupnosť krokov využívanú pri systematickom porovnávaní strojov.

Výber techniky v konečnom dôsledku významne ovplyvní úspech alebo neúspech pripravovaného projektu. Správnosť rozhodnutia pri výbere techniky je nutné podložiť argumentmi, tak aby bolo možné dokladovať opodstatnenosť rozhodnutia. Ako vhodná alternatíva pre získanie relevantných argumentov sa javí aplikácia rôznych štatistických metód.

Jednou z možností aplikácie je metóda PATTERN (Planning Assistance Trough Technical Evaluation of Relevance Number), ktorá bude využitá pri posudzovaní alternatív výberu. Predmetom skúmania, na ktorý túto metódu uplatníme bude trojica graderov, ktorých podrobnejší popis bude uvedený v ďalších kapitolách.

PATTERN je jednoduchá a presná metóda výberu strojov či technológií. Metóda poskytuje riešenie na základe komplexného posúdenia strojov podľa ich parametrov. Voľbu parametrov použitých pri riešení problémov komplexného hodnotenia metódou PATTERN je veľmi variabilná. Variabilita v tomto prípade znamená, že každý subjekt riešiaci výber strojov si môže zvoliť také kritéria zo všetkých možných, ktoré preferuje podľa svojich individuálnych potrieb. Rovnako zúčastení hodnotitelia môžu určiť poradie významnosti kritérií podľa potrieb podniku. Metóda PATTERN je vhodná pre multikriteriálne porovnávanie na úrovni:

- Technickej
- Ekonomickej
- Technologickej

Algoritmus riešenia výberu stroja s využitím matematicko – štatistickej metódy PATTERN pozostáva z niekoľkých krokov:

1. výber parametrov pre porovnávanie,
2. definovanie požadovanej tendencie zmeny vybraných kritérií,
3. stanovenie váhy významnosti vybraných kritérií,
4. výpočet indexov zmien vybraných kritérií pre porovnávané prvky,
5. stanovenie poradia porovnávaných prvkov

Výber parametrov pre porovnávanie

Výber kritérií pre porovnávanie prvkov (strojov ,technológií ...) je daný názorom zainteresovaných hodnotiteľov do problematiky výberu konkrétneho prvku. Rozhodujúci význam zohráva cieľ, ktorý má byť naplnený týmto postupom. Samotný výber kritérií je jednoznačne ovplyvnený požiadavkami, kladenými na výber stroja zo strany podniku, pre ktorý bude výber realizovaný. Je dôležité, stanoviť „vhodný“ počet kritérií. Pri veľmi malom počte porovnávacích kritérií (1-3) nie je vytvorený dostatočne veľký priestor pre popísanie rozdielov medzi porovnávanými alternatívami. Naopak pri hodnotení veľkého počtu kritérií dochádza k znižovaniu rozlišovacej schopnosti, čo taktiež nepriaznivo ovplyvňuje výsledky výberu. V odbornej literatúre sa spravidla odporúča stanoviť 5 ÷ 10 porovnávacích kritérií.

Definovanie požadovanej tendencie zmeny vybraných kritérií

Pri riešení výberu použitím metódy PATTERN, je treba každému porovnávanému kritériu priradiť požadovanú tendenciu zmeny. Priradenou tendenciou zmeny, vyjadríme požiadavku na zmenu kritéria. Požadovaná tendencia zmeny kritérií môže byť rastúca alebo klesajúca. Tendencia zmeny sa definuje podľa požiadaviek užívateľa vybraného prvku. Samotné definovanie tendencie zmeny je teda závislé od podmienok, za akých bude výsledok pre užívateľa priaznivejší.

Stanovenie váhy významnosti vybraných kritérií

Stanovenie váh významnosti jednotlivých kritérií je založené na vzájomnom porovnávaní jednotlivých kritérií medzi sebou z pohľadu každého zo zúčastnených

hodnotiteľov. Za predpokladu, že sa bude vzájomne porovnávať „n“ kritérií, každé kritérium musí byť porovnané s „(n-1)“ ostatnými kritériami. Matematicky to znamená vytvoriť kombinácie druhej triedy z „n“ prvkov bez opakovania. Celkový počet bude :

$$PK = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} \quad (1)$$

kde:

PK – počet kombinácií
n – počet kritérií

Hodnotenie prebieha na základe posudzovania vybraných kritérií. Hodnotiteľ môže jednotlivým kritériám prisudzovať rôzny význam a dôležitosť. Pre objektivnosť hodnotenia nie je vhodné, aby váhu významnosti určil sám hodnotiteľ. V snahe objektivizovať výsledky hodnotenia je dôležité spracovať názory viacerých odborníkov v danej oblasti, ktorí zaujmú stanovisko k problematike vážnosti poradia navrhovaných kritérií. Každý hodnotiteľ posúdi, ktoré z kritérií (v pároch) má dominantný vplyv n- počet kritérii.

Z hľadiska prehľadnosti znázornenia vzájomných vzťahov medzi kritériami, ich zobrazujeme v tzv. trojuholníku párov. Pri vzájomnom porovnaní dvoch kritérií sa vhodným spôsobom vyznačí to kritérium, ktoré hodnotiteľ uprednostňuje. Súčet kladných vyjadrení v celej tabuľke pre dané kritérium stanovuje poradie dôležitosti kritéria podľa príslušného hodnotiteľa. Celé úsilie smeruje k zisteniu prevládajúceho názoru na významnosť hodnotených kritérií.

Suma pridelených hlasov sa musí rovnať počtu kombinácií PK. V prípade rovnosti počtu pridelených hlasov jednotlivým kritériám, rozhoduje o poradí vzájomné posúdenie v pôvodných pároch. V ďalšom postupe je nutné dôsledne spracovať názory jednotlivých hodnotiteľov. Zo spracovania názorov hodnotiacich odborníkov je možné stanoviť

a) bodovú hodnotu významnosti jednotlivých kritérií BHV_j

$$BHV_j = \frac{\sum_{i=1}^p PH_{ij}}{p} \quad (2)$$

kde:

BHV_j – bodová hodnota významnosti j-teho kritéria,

PH_{ij} – počet hlasov pridelených i-tým hodnotiteľom, j-temu kritériu,

p – počet hodnotiteľov.

b) váhu významnosti jednotlivých kritérií q_j

$$BHV_j = \frac{\sum_{i=1}^p PH_{ij}}{p} \quad (3)$$

kde :

q_j – váha významnosti j-teho kritéria,

n – počet kritérií

c) úroveň zhody názorov hodnotiteľov (použitelnosť výsledkov)

Objektivizovať stanovenie váhy významnosti zvolených kritérií vyžiadanim názorov viacerých hodnotiteľov je cesta použiteľná, no pre využívanie výsledkov je potrebné poznať aj úroveň zhody názorov jednotlivých hodnotiteľov. Na jej zistenie možno využiť nasledovný vzťah:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^p n_{ij} - \frac{p \cdot (n+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (n^3 - n)} \quad (4)$$

kde:

n_{ij} – poradie j-teho kritéria u i-teho hodnotiteľa,

W – stupeň zhody názorov hodnotiteľov (%),

p – počet hodnotiteľov.

Interpretácia dosiahnutých výsledkov pri hodnotení zhody názorov jednotlivých hodnotiteľov sa opiera o nasledovné odporúčanie:

W=1 – úplná zhoda názorov

$W=0$ – úplný názorový rozdiel

Ak bola dosiahnutá hodnota $W \geq 0,5$ v zásade môžeme hovoriť o jednoznačne použiteľných výsledkoch. V takomto prípade môžeme pokračovať v ďalších krokoch algoritmu použitej metódy. V prípade výraznej nezhody $W \leq 0,5$ názorov spolupracujúcich hodnotiteľov sa treba zamyslieť nad vzniknutou situáciou a problematiku zisťovania váhy hodnotiacich kritérií korigovať. Korekcia sa môže uskutočniť:

- zmenou počtu respondentov (hodnotiteľov),
- úpravou výberu hodnotiacich kritérií.

Je treba poznamenať, že samotné rozšírenie počtu respondentov nemusí zákonite viesť k zvýšeniu zhody názorov.

Indexy zmien vybraných kritérií pre porovnávané prvky

Index zmeny vyjadruje zlepšovanie parametru, preto jeho hodnota musí byť väčšia ako „1“. Hodnota „1“ bude charakterizovať najnevhodnejší prvok (stroj) vzhľadom k príslušnému kritériu. Hodnoty kritérií jednotlivých strojov budú zapísané do tabuľky.

Z vyššie uvedeného vyplývajú vzťahy pre výpočet indexov zmien. V prípade, že tendencia požadovaných zmien (stanovených v bode 2) bude rastúca, index zmeny I_{jx} sa bude počítať nasledovne:

$$I_{jx} = \frac{H_{jx}}{H_{j\min}} \quad (5)$$

kde:

I_{jx} – index zmeny,

H_{jx} – hodnota j – teho kritéria sledovaných prvkov,

$H_{j\min}$ – minimálna hodnota j – teho kritéria sledovaných prvkov

V prípade, že tendencia požadovaných zmien bude klesajúca index zmeny I_{jx} sa vypočíta podľa vzťahu 6 nasledovne:

$$I_{jx} = \frac{H_{j \max}}{H_{jx}} \quad (7)$$

kde:

I_{jx} – index zmeny,

H_{jx} – hodnota j – teho kritéria sledovaných prvkov,

$H_{j \max}$ – maximálna hodnota j – teho kritéria sledovaných prvkov

Následne je potrebné stanoviť pre každý prvok vážený index zmeny. Vážený index zmeny sa následne využije pri stanovení poradia jednotlivých prvkov. Výpočet vážených indexov zmien sa vykoná podľa nasledovného vzťahu:

$$I_{jxv} = I_{jx} \cdot q_j \quad (8)$$

kde:

I_{jxv} – vážený index zmeny,

I_{jx} – index zmeny,

q_j – váha významnosti

j – teho kritéria.

Stanovenie poradia porovnávaných prvkov

Stanovenie poradia porovnávaných prvkov možno vykonať zoradením súčtov vážených indexov zmien každého prvku. Výpočet súčtov vážených indexov zmien S_x cez všetky sledované kritériá sa vykoná podľa vzťahu:

$$S_x = \sum_{j=1}^k I_{jxv} \quad (9)$$

Hodnoty I_{jx} a S_x sa zapíšu do tabuľky. Prvok, ktorý dosiahne najväčšiu hodnotu súčtu vážených indexov zmien predstavuje najvýhodnejšiu alternatívu. Poradie prvkov je teda dané zostupným usporiadaním podľa klesajúcej hodnoty S_x .

V zmysle metódy systematického technického výberu strojov (Building Management of Construction Equipment) možno poradie prvkov stanoviť aj nasledovným spôsobom (Ružička, 2002): Využijeme údaje bodov 1 až 3 podľa metodického postupu metódy PATTERN. Potom každému kritériu pridáme určitú maximálnu bodovú hodnotu (v našom prípade 10 bodov). Stroj, ktorý dosahuje „najlepšiu“ (najvyššiu alebo najnižšiu, podľa tendencie zmeny) hodnotu uvažovaného kritéria je prisúdená maximálna bodová hodnota (10 bodov), zvyšné stroje obodujeme úmerne podľa toho, koľkokrát je ich hodnota vyššia alebo nižšia v porovnaní s najlepšou hodnotou. Poradie strojov potom stanovíme na základe tzv. skalárneho súčinu. Skalárny súčin pre daný prvok je definovaný ako súčet súčinov bodov a váh cez všetky kritériá podľa vzťahu :

$$CBHA = VK_1.BK_1 + VK_2.BK_2 + \dots + VK_j.BK_j + \dots + VK_n.BK_n \quad (10)$$

kde:

CBHA – celková bodová hodnota alternatívy (skalárny súčin),

VK_j – váha j – teho kritéria, (VK_j=q_j),

BK_j – bodová hodnota j – teho kritéria,

n - počet kritérií.

Najvýhodnejšia je tá alternatíva, ktorej bodová hodnota CBHA je najvyššia. Metódy sú síce časovo veľmi náročné, avšak umožňujú zúženie pôvodného počtu variant na minimum. Pre tieto varianty sa ďalej podľa potreby uskutoční detailnejšie hodnotenie.

Interpretácia výsledkov – výber strojov

Spôsob stanovenia výsledného poradia strojov je založený na tom, že z údajov zistených z tabuliek trojuholníkov párov od jednotlivých hodnotiteľov stanovíme najskôr poradie strojov zodpovedajúce vzájomnému porovnaniu všetkých vybraných kritérií. Hodnota súčtov vážených indexov S_x , respektíve skalárnych súčinov CBHA, umožňujú aj grafické vyjadrenie s použitím stĺpcového diagramu. V diagrame budú vodorovnú os tvoriť porovnávané stroje a zvislá os bude vyjadrovať súčty vážených indexov S_x alebo skalárne súčiny CBHA.

4 VÝSLEDKY PRÁCE

4.1 Prieskum trhu

4.1.1 Gradery od firmy Volvo

Firma Volvo má pobočku v Bratislave. Vyrábajú okrem graderov aj rýpadlá, nakladače a cestné stroje(valce). Ďalšie pobočky sú v Čechách, Maďarsku, Rakúsku, Slovinsku, Chorvátsku a v Bosne a Hercegovine.

Skutočným meradlom autogredra je jeho tlačná a prerážacia sila radlice. So špičkovými radlicami vo svojej triede, ktorých dosah je mimo profilu pneumatiky. Model G930 pracuje s menším počtom záberov, čím sa zvýšia vaše zisky.

Veľká prerážacia sila radlice 8 188 kg (18 021 lbs) umožňuje hlboké zarývanie bez toho, aby sa posúvala predná časť. Maximálna ťažná sila radlice 9 990 kg (22 030 lb) vám pomôže pri každom prejazde odhrnúť čo najviac. 6-valcový dieselový motor Volvo vybavený turbodúchadlom s nízkou produkciou emisií poskytuje maximálny čistý výstupný výkon 145 kW (195 hp). Je robustný so základnou prevádzkovou hmotnosťou 15 800 kg (34 830 lbs) zaručuje vysokú produktivitu bez pretáčania kolies. Plne bezspojková prevodovka Volvo HTE840 s ôsmymi rýchlostnými stupňami dopredu a štyrmi dozadu uľahčuje prepínanie viacerých prevádzkových režimov a hladké preradovanie pre rýchle pracovné cykly. Veľkokapacitné hydraulické filtre a 500-hodinový interval výmeny motorového oleja zjednodušuje rutinnú údržbu motora a nechá vás pracovať. Kabína so zvýšenou viditeľnosťou modelového radu G900 ponúka výborný výhľad na pracovisko v pohodlnom a produktívnom prostredí.



Obr. 18 Výhľad z gradera od firmy Volvo <http://www.volvo.com/dealers/sk-sk/Volvo/products/motorgaders/cab+view.htm>

Tabuľka 6 Technické parametre typu Volvo G 930

Parameter	Hodnoty
<i>Motor</i>	Volvo D7E
<i>Výkon</i>	115 – 145 KW(155 – 195 hp)
<i>Malý rozsah</i>	115 KW
<i>Stredný rozsah</i>	130 kW
<i>Velký rozsah</i>	145 KW
<i>Rázvor</i>	6280 mm
<i>Celková dĺžka</i>	8930 mm
<i>Počet valcov</i>	6
<i>Zdvihový objem</i>	7,2 l
<i>Prevádzková hmotnosť</i>	15 800 kg
<i>Predná náprava</i>	4 700 kg
<i>Zadná náprava</i>	11 100 kg
<i>Radlica</i>	3 658 x 635 x 22 mm
<i>Max.celková kapacita</i>	19 280 kg

Tabuľka 7 Tandemy

Parameter	Hodnota
<i>Šírka</i>	226,5 mm
<i>Výška</i>	616 mm
<i>Vnútoraná stena</i>	25 mm
<i>Vonkajšia stena</i>	20 mm
<i>Osová vzdialenosť</i>	1550 mm
<i>Kmitanie</i>	15°

Tabuľka 8 Kapacity

Parameter	Hodnota
<i>Palivová nádrž</i>	340 l
<i>Hydraulická nádrž</i>	91 l
<i>Koncový prevod</i>	22,7 l
<i>tandemy</i>	100 l
<i>Motorový olej</i>	21,5 l

4.1.2 GrADERy od firmy Terex

Firma Terex v Európe sídli v štátoch (Anglicko, Nemecko, Francúzsko, Taliansko, Španielsko, Rusko). Okrem graderov vyrábajú aj nakladače, valce rýpadla atď.

Tabuľka 9 GrADERy od firmy Terex

Typ	Hmotnosť	Výkon	Šírka radlíc
TG110 motor grader	11 500 kg	97 KW	3,35 m
TG150 motor grader	14 500 kg	120 KW	3,66 m
TG190 motor grader	18 700 kg	129,6 KW	3,66 m
TG230 motor grader	23 000 kg	164 KW	4,2 – 4,85m

TG 110 motor grader

Terex Grejdery prináša všestrannosť, vynikajúce manévrovacie schopnosti aj v obmedzených priestoroch pri použití kompaktnej konštrukcie. Osvedčená čepeľ a nivelovacie vlastnosti sú výsledkom skutočného celkového pohonu kolesa.

Používajú sa pri výstavbe ciest, pri likvidácii odpadu, pri budovaní diaľničných a železničných projektov, letísk, tovární a pri výstavbe rekreačných centier. Dalej sa využívajú pri práci v lesníctve, poľnohospodárstve a pri hĺbkových ťažbách. Poznáme 4 hmotnostné triedy vid' tabuľka .

Tabuľka 10 Hmotnostné triedy

TG 110	Povrchové práce
TG 150	Stavba ciest a lesníckych činnostiach
TG 190	Stavba ciest a lesníckych činnostiach
TG 230	pre náročnejších aplikáciach ako výstavba ciest, letísk a povrchová aplikácia

Tabuľka 11 Technické parametre

grader	TG 110	TG 150	TG 190	TG 210
objem	4,5 l	6,7 l	6,7 l	6,7 l
výkon	97 KW	120 kW	129 KW	168 KW
hmotnosť	11 500 kg	14 500 kg	18 700 kg	21000 kg
Zadná náprava	7960 kg	10 200 kg	13 700 kg	14 700 kg
Predná náprava	3540 kg	4300 kg	5000 kg	6 300 kg

Tabuľka 12 Kapacity

Zásoba paliva	195 l	310 l	480l	480l
Hydraulická nádrž	140	150	170	150
Motorový olej	12	16	15	24
Predná náprava	5	TA – 3 10	TA – 3 10	TA - 10
Zadná náprava	15	15	29	29
Chladič	25	45	42	35

Tabuľka 13 Základné rozmerové parametre

	TG 110	TG150	TG 190	TG 210
Výška	450 mm	510 mm	517 mm	517 mm
Šírka	166 mm	177 mm	184 mm	184 mm
Hrúbka stien	15 mm	16 mm	22 mm	22 mm
kmitanie	15°	15°	15°	15°
Svetlá výška	400 mm	475 mm	480 mm	480 mm
Základ kolesa	1236 mm	1555 mm	1542 mm	1542 mm

Tabuľka 14 Rozmery graderov firmy Terex

	TG 110	TG 150	TG 190	TG 210
A	8930 mm	9402 mm	10255 mm	10303mm
B	2466 mm	2490 mm	2490 mm	2490 mm
C	3170 mm	3276 mm	3300 mm	3344 mm



Obr. 19 Grader od firmy terex http://www.terex.co.uk/upfiles/specsheet/uk-en/p491_218719%20motor%20graders.pdf

4.1.3 Firma Komatsu

Je to japonská firma v Európe sídli v štátoch (Veľká Británia, Nemecko, Taliansko). Zameriavajú sa na výrobu buldozérov, výroba cestných strojov, graderov.

Tabuľka 15 Vybrané modely firmy Komatsu

<i>Modely</i>	<i>Výkon, n kW</i>	<i>Hmotnosť, kg</i>	<i>Hnací systém</i>
GD511A-1	101	10800	hydrodynamický posuv
GD521A-1	101	10800	hydrodynamický posuv
GD555-3	119	13100	hydrodynamický menič
GD611A-1	116	12500	hydrodynamický posuv
GD623A-1	116	12700	hydrodynamický posuv
GD655-3	142	14070	hydrodynamický menič
GD661A-1	134	13300	hydrodynamický posuv
GD675-3	149	14870	hydrodynamický menič
GD705A-4	149	17620	hydrodynamický posuv
GD825A-2	209	26350	hydrodynamický posuv

Model GD555-3

Motor dosahuje výkon 119 KW(160 HP). Poskytuje vynikajúcu ťažnú silu a dobrú účinnosť motora. Elektronická ochrana proti prekročeniu rýchlosti pomáha predchádzať poškodeniu motora a prevodovky.

Elektronická prenosová kontrola(transmissioncontrol) – Umožňuje ľahké radenie a zachovanie jednotného rovnania povrchu. Hladké posuvy umožňujú predĺženie životnosti prenosu a menšiemu opotrebovávaniu spojky. Pri náročnejších povrchoch sa využíva menšia rýchlosť, operátor môže zmeniť režim krútiaceho momentu. Ďalej je dôležité jemné ovládanie pri nízkych otáčkach bez posúvania alebo spoužitím krokového pedála. Ak je vysoká dopravná rýchlosť alebo vysoká rýchlosť pri odpratávaní snehu tak operátor môže zvoliť priamy pohon. Prevádzkovateľ má na dosah ruky menič krútiaceho momentu a aj priamy pohon.

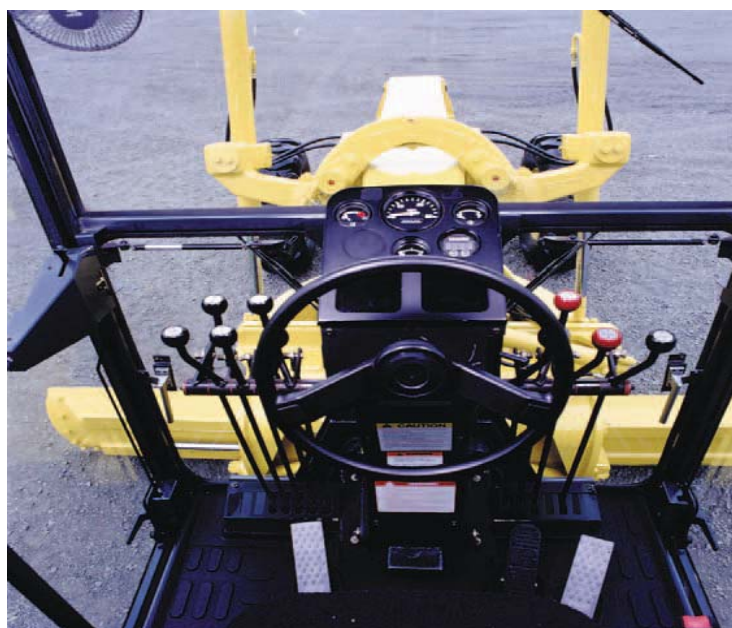
Osem rýchlostí vpredu a 4 vzadu umožňujú prevádzkovateľovi pracovať v širokej skale podmienok. So 4 prevodovými rýchlosťami pod 9, 7 km.h⁻¹. Pre maximálnu produktivitu pri pozemných aplikáciách si operátor môže zvoliť vhodnú rýchlosť v závislosti od pracovných podmienok. Prevodový stupne 5,6,7 poskytuje

optimálny rozsah rýchlosti pri jazde na snehu a jeho odstraňovaní. Pri prevodových stupňoch 5 až 8 sa využíva automatické riadenie.

Nízka intenzita krokového pedála poskytuje operátorovi možnosť presného ovládania stroja. Je to výhodné pre začínajúcich operátorov. Pri veľkom zaťažení stroja čerpadlo zvyšuje prietok a tlak, aby stroj vyhovel požiadavkám. Výsledkom je nižšia spotreba, rýchlejšia reakcia stroja a väčšia účinnosť.

Regulačné ventily sú priamo navrhnuté pre firmu Komatsu. Sú zabudované do hydraulických obvodov. Poistné ventily sú tiež začlenené do vybraného obvodu. Slúžia na ochranu valcov proti pretlaku.

Ovládacie prvky sú navrhnuté tak aby znížili únavu obsluhy. Operátor dokáže vykonávať jednotlivé úkony pomocou jednej ruky. Operátor vie používať niekoľko ovládacích prvkov naraz a umožňuje mu to pracovať systematicky. Viditeľnosť zvyšuje produktivitu práce. Kabína obsahuje úložný priestor pre obedy a osobné veci.



Obr. 20 Viditeľnosť z gradera firmy Komatsu http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/GD555-3_E.pdf

Tabuľka 16 Technické parametre

<i>model</i>	Komatsu SAA6D102E-2
<i>Počet valcov</i>	6
<i>Zdvihový objem valca</i>	5,88 l
<i>typ</i>	4valcový, s priamym vstrekaním, chladený vodou
<i>radlica</i>	3710 x 645 x 19 mm

Tabuľka 17 Kapacity

<i>Palivová nádrž</i>	340l
<i>chladiaci systém</i>	42l
<i>ovzdušňovanie</i>	14l
<i>pohon nápravy</i>	12l
<i>hydraulický systém</i>	45l

Tabuľka 18 Hmotnosť

<i>hmotnosť celková</i>	13 100 kg
<i>zadná náprava</i>	9360 kg
<i>predná náprava</i>	3740 kg

4.2 Metodický postup pri výbere graderov

Podľa metódy PATTERN uzrealizujeme porovnávanie vybraných druhov graderov. Trojicu graderov sme vybrali podľa porovnateľných technických parametrov. Parametre vybraných strojov sa nachádzajú v tabuľkách. Gradery sú z firiem (Terex, Komatsu, Volvo).

Tabuľka 19 Technické parametre Volvo G 930

Parameter	Hodnota
<i>Výkon</i>	130 kW
<i>hmotnosť</i>	15 800 kg
<i>Palivová nádrž</i>	340 l
<i>Šírka radlíc</i>	3658 mm
<i>Celková dĺžka</i>	8930 mm

Tabuľka 20 Technické parametre Terex

Parameter	Hodnota
<i>Výkon</i>	97 kW
<i>hmotnosť</i>	11 500 kg
<i>Palivová nádrž</i>	190 l
<i>Šírka radlíc</i>	3350 mm
<i>Celková dĺžka</i>	8930 mm

Tabuľka 21 Technické parametre Komatsu

Parameter	Hodnota
<i>Výkon</i>	119 kW
<i>Hmotnosť</i>	13 100 kg
<i>Palivová nádrž</i>	340 l
<i>Šírka radlíc</i>	3710 mm
<i>Celková dĺžka</i>	8350 mm

Výber parametrov pre porovnávanie

Vybrané parametre na porovnávanie :

1. Výkon
2. Hmotnosť
3. Palivová nádrž
4. Šírka radlíc

Kritéria č. 1-4 predstavujú technicko-technologické parametre porovnávaných strojov získané z ich technických prospektov, ktoré obsahujú neúplné informácie o potrebných parametroch potrebných pre dôkladnejšie vyhodnotenie strojov.

Definovanie požadovanej zmeny vybraných parametrov

Podľa konkrétneho kritéria môže byť tendencia požadovanej zmeny parametra „Rastúca“, alebo „Klesajúca“. Pre zvolené kritéria v našej diplomovej práci sú tendencie zmien nasledovné: *všetky rastúca*.

Tabuľka 22 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.1

kritéria	Kladné vyjadrenie				poradie
	1	1 ^o	1 ^o	1 ^o	
	2	3	4		
2		2 ^o	2	1	3
		3	4 ^o		
3			3	0	4
4			4 ^o	2	2

V zmysle metódy PATTERN, každý zo štyroch hodnotiteľov vyplnil tabuľku, v ktorej priradil hlas podľa svojho uváženia jednotlivým kritériám. Pripomeňme, že kritérium, ktoré hodnotiteľ uprednostnil pred iným je v tabuľke nutné vhodným spôsobom označiť (v našom prípade symbolom ^o). Súčet označených kritérií v celej

tabuľke (v tabuľke je tento súčet v stĺpci označenom „Kladné vyjadrenia“), stanovuje "Poradie" dôležitosti kritéria podľa príslušného hodnotiteľa.

Tabuľka 23 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.2

kritéria	Kladné vyjadrenie				poradie
	1	1 ^o	1 ^o	1	
	2	3	4 ^o		
2		2 ^o	2	1	3
		3	4 ^o		
3			3	0	4
4			4 ^o	3	1

Tabuľka 24 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.3

kritéria	Kladné vyjadrenie				poradie
	1	1 ^o	1 ^o	1 ^o	
	2	3	4		
2		2	2	0	4
		3 ^o	4 ^o		
3			3 ^o	2	2
4			4	1	3

Tabuľka 25 Stanovenie kritérií podľa hodnotiteľa č.4

kritéria	Kladné vyjadrenie				poradie
	1	1 ^o	1 ^o	1	
	2	3	4 ^o		
2		2	2	0	4
		3 ^o	4 ^o		
3			3	1	3
4			4 ^o	3	1

Tabuľka 26 Spracovanie údajov hodnotiteľov

Kritérium (j)		Expert(i)				Σ	BHV _i	q _j
		1	2	3	4			
1	Počet hlasov	3	2	3	2	10	2,5	0,416
	poradie	1	2	1	2	6		
2	Počet hlasov	1	1	0	0	2	0,5	0,083
	poradie	3	3	4	4	14		
3	Počet hlasov	0	0	2	1	3	0,75	0,125
	poradie	4	4	2	3	13		
4	Počet hlasov	2	3	1	3	9	2,25	0,375
	poradie	2	1	3	1	7		

V tabuľke 26 sú nasledovné údaje:

Počet hlasov – počet hlasov pridelených expertom j – temu kritériu

Poradie - poradie j -tého kritéria u i -teho hodnotiteľa

Príklad výpočtu Bodovej Hodnoty Významnosti j -teho kritéria (BHV $_j$): Podľa vzťahu, napríklad pre $j=1$ platí:

$$BHV_1 = \frac{\sum_{i=1}^p PH_{i1}}{p} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Kde :

BHV $_1$ = počet hlasov pridelených i -tym hodnotiteľom 1-emu kritériu.

Podľa vzťahu pre váhu významnosti 1-kritéria q_1 platí:

$$q_1 = \frac{BHV_1}{\sum_{j=1}^k BHV_j} = \frac{2,5}{6} = 0,416$$

kde:

BHV $_1$ - Bodová Hodnota Významnosti 1 - eho kritéria

Stanovenie zhody názorov hodnotiteľov, podľa vzťahu:

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^k \left[\sum_{i=1}^p n_{ij} - \frac{p(k+1)}{2} \right]^2}{p^2 (k^3 - k)}$$
$$W = \frac{12 \left[\left(6 - \frac{4 \cdot (4+1)}{2} \right)^2 + (14 - 10)^2 + (13 - 10)^2 + (7 - 10)^2 \right]}{4^2 \cdot (4^3 - 4)} = 0625 = 62,5\%$$

Názory expertov pre vybrané kritéria sa zhodujú na 62, 5 %.

Indexy zmien vybraných kritérií

Tabuľka 27 Tabuľka hodnôt porovnávaných parametrov strojov

<i>kritérium</i>	<i>Volvo G 930</i>	<i>Terex TG 110</i>	<i>Komatsu GD555-3</i>
1	130 KW	97 KW	119 KW
2	15 800 kg	11500 kg	13100 kg
3	340 l	190 l	340 l
4	3680 mm	3350 mm	3710 mm

Tabuľka 28 Hodnoty indexov zmien

Kriterium	Trend	<i>Volvo G 930</i>		<i>Terex TG 110</i>		<i>Komatsu GD555-3</i>	
		I_{jx}	I_{jxv}	I_{jx}	I_{jv}	I_{jx}	I_{jv}
1	rastúci	1,34	0,557	1	0,416	1,22	0,507
2	rastúci	1,37	0,113	1	0,083	1,13	0,094
3	rastúci	1,78	0,223	1	0,125	1,78	0,223
4	rastúci	1,09	0,411	1	0,375	1,10	0,412
		Sx	1,304	Sx	1	Sx	1,236

Pre výpočet hodnôt zmien sme vychádzali zo vzťahov použitých v metodike. Napríklad pre grader Volvo G 930 j- te kritérium $j = 2$ (Rastúca tendencia) platí :

$$I_{2x} = 15\,800 / 11\,500 = 1,37$$

$$I_{2xv} = I_{2x} \cdot q_2 = 1,37 \cdot 0,083 = 0,113$$

Poradie porovnávaných strojov na základe hodnôt súčtov vážených indexov zmien možno stanoviť nasledovne:

1. Komatsu GD 555 – 3
2. Volvo G 930
3. Terex TG 110

Výsledky môžeme spracovať aj pomocou skalárnych súčinov. Skalárny súčin pre daný prvok je definovaný ako súčet súčinov bodov a váh cez všetky kritériá podľa vzťahu

$$CBHA = VK_1 \cdot BK_1 + VK_2 \cdot BK_2 + \dots + VK_j \cdot BK_j + \dots + VK_n \cdot BK_n$$

Analogicky vypočítame hodnoty CBHA aj pre zvyšné gradery . Výsledky výpočtu na základe skalárneho súčinu sú uvedené v tabuľke.

Tabuľka 29 Tabuľka hodnôt skalárnych súčínov porovnávaných graderov

Kriterium	Váhy	Maximum bodov	Volvo		Terex		Komatsu		Volvo	Terex	Komatsu
			H	B	H	B	H	B			
1	0,416	10	130	10	97	7,5	119	9,2	4,16	3,12	3,744
2	0,083	10	15800	0	11500	7,3	13100	8,3	0,83	0,605	0,689
3	0,125	10	340	10	190	5,6	340	10	1,25	0,7	1,25
4	0,375	10	3680	9,9	3350	9	3710	10	3,71	3,375	3,75
Skalárny súčin									9,95	7,8	9,433

Poradie graderov podľa tejto metódy je nasledovné :

1. Volvo G 930
2. Komatsu GD 555 - 3
3. Terex TG 110

Grafické spracovanie výsledkov

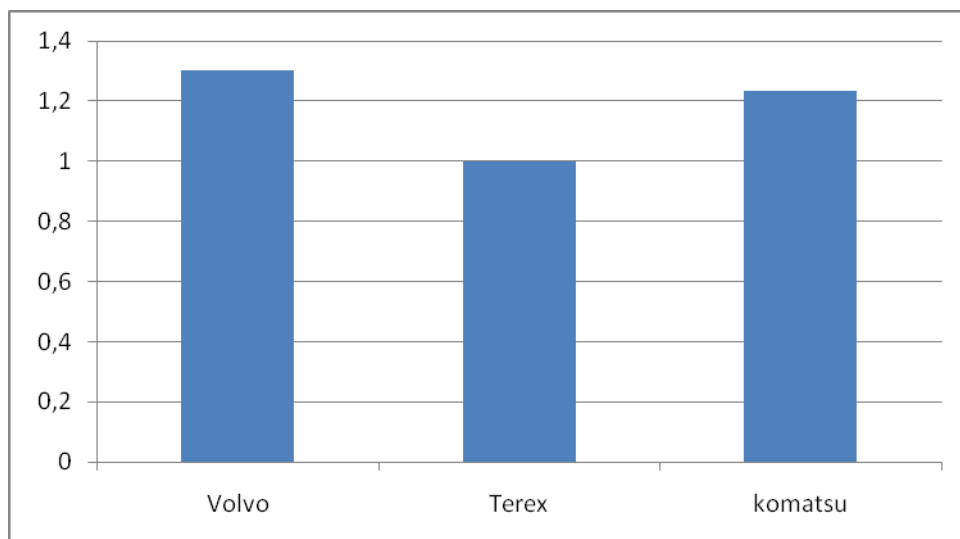
Grafickým spracovaním rozumieme zobrazenie dosiahnutých výsledkov porovnania graderov v súradnicovom systéme, kde ako podklad slúžia vypočítané hodnoty vybraných graderov. Hodnoty ktoré sme vypočítali sú zapísané v tabuľkách 30, 31. Na osi vodorovnej budú označené vybrané stroje a na osi zvislej súčty vážených indexov, alebo skalárne súčiny technicko-technologických kritérií (obr.21, obr.22).

Tabuľka 30 Hodnoty súčtov vážených indexov porovnaných graderov

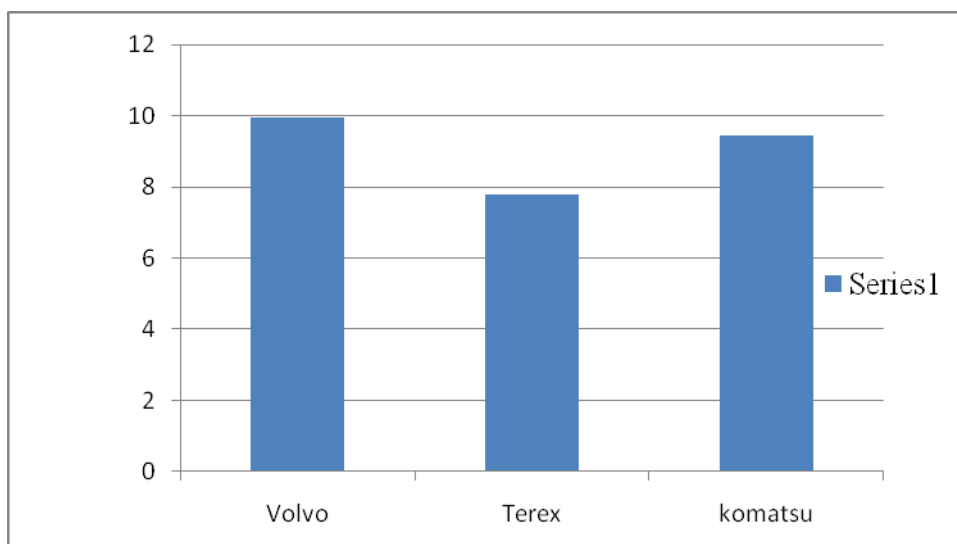
Typ stroja	Volvo G 930	Terex TG 110	Komatsu GD 555 - 3
Súčty vážených indexov zmien	1,304	1,0	1,236

Tabuľka 31 Hodnoty skalárnych súčínov

Typ stroja	Volvo G 930	Terex TG 110	Komatsu GD 555-3
Skalárny súčin(CBHA)	9,95	7,8	9,433



Obr. 21 Grafické zhodnotenie hodnôt súčtov skalárnych súčinov



Obr. 22 Grafické zhodnotenie hodnôt skalárnych súčinov

5 DISKUSIA

Elena Olejárová (2004) využila metódu Pattern pre výber strojov na sekundárne rozpojovanie hornín od troch firiem Nordberg(HP100), Sandvik(H2800) a PSP Engineering a.s.(KDH 4732 750JE). Zvolila si nasledovné vstupné parametre pre porovnanie: vstupný otvor, výstupná štrbina, výkon motora, hmotnosť a výkonnosť. Z výsledkov vyplynulo, že poradie porovnávaných strojov na základe hodnôt súčtov vážených indexov zmien bolo HP100, H2800 a KDH 4732 750JE a na základe hodnôt skalárnych súčinov bolo H2800, HP100 a KDH 4732 750JE. Pri vzájomnom porovnávaní všetkých 5 kritérií sa názory expertov zhodli na 88,75%. V závere práce navrhuje obnovu zariadenia v konkrétnom lome na základe spracovaných výsledkov.

Prieskumom trhu sa zistilo, že je v ponuke niekoľko firiem, ktoré vyrábajú stavebné stroje ako sú gradery. Vyrábajú sa gradery prívesné, návesné a nesené.

V minulosti bol dopyt po stavebných strojoch veľmi vysoký no v súčasnosti je výrazne ovplyvnený hospodárskou krízou. Stavebné stroje sú v dnešnej dobe možné doviest' bez komplikácií aj zo zahraničia.

Vedúci pracovníci stavebných firiem majú v procese obstarania strojov napr. graderov širokú škálu ponuky, a z toho dôvodu si musia vypracovať technicko-marketingovú analýzu, kde musia zohľadniť širokú škálu položiek, ktoré ovplyvnia konečný výber strojov. Ako vodiaci článok možno použiť metódu Pattern uvedenú v diplomovej práci.

Ako vyplýva z výsledkov práce, bol posudzovaný alternatívny výber troch stavebných strojov na príklade graderov od rôznych výrobcov metódou PATTERN (Plannig Assistance Trough Technical Evolution of Relevance Numbers). Metóda bola zvolená na základe dostupných technicko-technologických parametrov strojov, ktoré boli získané z reklamných prospektov a internetu. Výsledkom je poradie strojov podľa súčtov vážených indexov zmien, v ktorom sa na prvom mieste umiestnila firma Komatsu, na druhom firma Volvo a na treťom firma Terex. Pri vyhodnocovaní metódou skalárneho súčinu došlo ku zmenám. Na prvom mieste sa umiestnila firma Volvo, na druhom Komatsu a na treťom firma Terex.

Pri vzájomnom porovnávaní všetkých kritérií sa názory expertov zhodli na 62,5 %. V konečnom dôsledku pri výbere stroja taktiež zohráva veľkú úlohu cena strojov, čo je vlastne jedno z ďalších kritérií, ktorá môže rozhodnúť o výbere.

Tesný rozdiel výsledkov je viditeľný aj na grafickom spracovaní dosiahnutých výsledkov z porovnania strojov v súradnicovom systéme, kde ako podklad slúžia vypočítané hodnoty vybraných strojov.

Výsledok rozhodnutia závisí od pohľadu na kritéria jednotlivých hodnotiteľov, čo je v podstate ich subjektívny názor.

Dušan Sládek (2005) využil metódu Pattern pre výber strojov na dopravu betónových zmesí a maltovín od troch firiem Putzmeister(BSA-1405-E), REED(B70) a Schwing(WP 750 18X). Zvolil si nasledovné vstupné parametre pre porovnanie: zdvih piestov, tlak v betóne, pohon, dopravné valce a výkonnosť. Výsledkom bolo rovnaké poradie strojov na základe hodnôt súčtov vážených indexov zmien a aj na základe hodnôt skalárnych súčinov BSA-1405-E, WP 750 18X a B70. Pri vzájomnom porovnávaní všetkých 5 kritérií sa názory expertov zhodli na 88,75%.

6 ZÁVER

V diplomovej práci sa spracoval prehľad vybraných strojov na príklade graderov. Celá rada strojov umožňuje široký výber zo strany prevádzkovateľov stavebných firiem. Cieľom práce bolo vytvoriť marketingový prieskum graderov. Keďže nebolo možné zobrať do úvahy všetkých výrobcov, pretože gradery môžu byť prívesné, návesné a samohybné, marketingový prieskum sa zúžil iba na samojazdné stroje. Alternatívny výber bol uskutočnený na graderoch od firmy Komatsu, Volvo a Terex na základe technicko-technologických kritérií metódou PATTERN. Pre porovnanie alternatív bolo zvolených niekoľko kritérií (výkon, hmotnosť, šírka radlice, palivová nádrž).

7 LITERATÚRA

1. OLEJÁROVÁ, E. 2004. Technicko – marketingová analýza strojov na sekundárne rozpojovanie hornín: Diplomová práca. Nitra: Mechanizačná fakulta SPU, 2004, 93s.
2. SIMONÍK, J. – JOBBÁGY, J. 2010 Stavebné stroje. Vysokoškolská učebnica. In: SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0514-4.
3. SIMONÍK, J. – RŮŽIČKA, M. – JOBBÁGY, J. 2009. Stroje pre zemné a závlahové práce. Vysokoškolská učebnica. In: SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0251-8.
4. SLÁDEK, D. 2005. Technicko – marketingová analýza strojov na dopravu betónových zmesí a maltovín: Diplomová práca. Nitra: Mechanizačná fakulta SPU, 2005, 87s.
5. VALACH, J.: Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 1 část, Vysoká škola ekonomická, Praha, 1995, ISBN 80-7079520-4
6. VÁNĚK, A. 1999. Strojní zařízení pro stavební práce. In: Sobotáles, Praha. 2 vydanie. 1999. 304 s. ISBN 80-85920-61-1
7. RŮŽIČKA, M. Rukopis prednášok
8. <http://www.metalport.sk/?fotogaleria&gid=19>
9. <http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk>
10. <http://www.geodis.sk/laser-sk/gradery-sk?highlightWords=gradery>
11. http://www.geotech.sk/OLD/MA_2D_GS496_hydr.jpg
12. <http://www.volvo.com/dealers/da-dk/Volvo/products/motorgraders/>
13. http://www.volvo.com/NR/rdonlyres/E49889AC-5A11-4F55-B6AB-7228B3736479/0/SpecsheetG930_VOE21C1002263_200901.pdf
14. <http://www.komatsu.com/ProductInfo/index.html>
15. http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/GD555-3_E.pdf
16. <http://www.terex.com/main.php?obj=category&action=BROWSE&cid=b71fa964f478a2243ebbbbafa04bf814&nav=prod>
17. <http://www.komatsu.com/>
18. <http://www.asb.sk/stavebnictvo/stavebna-technika/nove-meracie-pristroje-na-stavbe-148.html>
19. www.asb.sk
20. <http://www.asb.sk/stavebnictvo/stavebna-technika/grader-kolesovy-stroj-s-vlastnym-pohonom-4179.html>