



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

NÁVRH DISKOVÉHO PODMÍTAČE PRO AGREGACI S TRAKTOREM 50K

DESIGN OF A STUBBLE DISC CULTIVATORS FOR AGGREGATION WITH A TRACTOR 50K

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vladimír Pech

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	Vladimír Pech
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojírenství
Vedoucí práce:	Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
Akademický rok:	2021/22

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

Návrh diskového podmiítače pro agregaci s traktorem 50k

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh diskového kultivátoru pro zpracování a úpravu půdy po sklizni. Diskový kultivátor je agregován s traktorem o výkonové řadě do 50 koní a je zavěšen v třibodovém závěsu traktoru. Práce je koncipována jako návrh rámu diskového kultivátoru doplněného o prvky zpracování půdy.

Technické parametry zadání:

Výkon traktoru 50 koní = 37 kW.

Šířka kultivátoru cca 2 m, dle použitých diskových prvků kultivátoru.

Zavěšení kultivátoru na třibodovém traktorovém nosiči třídy II.

Cíle bakalářské práce:

Rešeršní rozbor diskových kultivátorů obdobné výkonové řady.

Rešeršní rozbor traktorů obdobné výkonové řady.

Rešeršní rozbor legislativních předpisů pro převoz kultivátoru po komunikacích.

Koncepční návrh diskového kultivátoru.

Funkční, rozměrové a silové výpočty.

Upřesnění konstrukce diskového kultivátoru s návrhem dodavatelských komponent.

Pevnostní výpočet vybraných konstrukčních uzlů.

Výkres sestavy diskového kultivátoru.

Podsestava svařence rámu.

Dílenské výrobní výkresy.

Seznam doporučené literatury:

SYROVÝ, Otakar. Doprava v zemědělství. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 9788086726304.

VLK, František. Dynamika motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 8023900242.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742.

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 9788021426290.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá návrhem diskového podmítače za traktor. Cílem práce je navrhnout podmítač, který splňuje podmínky zadání. V práci je provedena rešerše obdobných strojů dostupných na trhu. Dále jsou v práci popsány metody zpracování půdy k čemuž se používá navrhovaný podmítač. V další části jsou popsány možnosti konstrukce podmítače, jejich výhody a nevýhody. Návrhová část se zabývá provedením konstrukce, která je podložena výkresovou dokumentací. Práce dále obsahuje výpočet, který je zaměřen na stanovení potřebného výkonu traktoru k provozování navrženého diskového podmítače.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diskový podmítač, traktor, zpracování půdy, rám, disk, třibodový závěs

ABSTRACT

This thesis deals with the design of a stubble cultivator for a tractor. The aim of this thesis is to design a stubble cultivator that fulfill the conditions of the assignment. In this thesis is a search of similar machines available on the market. Followed by describes the methods of tillage which the proposed stubble disc cultivator is used. The next part of the thesis describes possibilities of stubble cultivator their advantages and disadvantages. The design part deals with the construction which is based on drawing documentation. In the next part of the thesis is a calculation which is focused on determination of the required tractor power that is needed for operation with the designed stubble disc cultivator.

KEYWORDS

Stubble disc cultivator, tractor, tillage, frame, disc, three-point hitch

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PECH, Vladimír. *Návrh diskového podmítače pro agregaci s traktorem 50k*. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139408>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Jaroslav Kašpárek.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 20. května 2022

.....

Vladimír Pech

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a věcné připomínky, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Pavlovi Fajkusovi z firmy Famamont za poskytnutí cenných informací. Poděkování patří také mým rodičům a nejbližším za podporu během celého studia.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Zpracování půdy.....	12
1.1 Podmítka	12
1.2 Orba	12
1.3 Odpor půdy podle půdního typu	13
2 Legislativní předpisy pro převoz kultivátorů	14
3 Diskové podmítače.....	15
3.1 Podmítač KA-ROL 2 m	15
3.2 Podmítač DABAKI DHC 2 m	16
3.3 Podmítač WINERY V2	17
3.4 Podmítač BISO WINEBOSS D175	18
3.5 Podmítač ONTARIO N 200	19
4 Dělení traktorů.....	20
4.1 Zetor UTILIX CL 45	20
4.2 Massey Ferguson 1747	22
4.3 John Deere 5050E.....	23
4.4 Landini MISTRAL 2-055 STD.....	24
5 Koncepční návrh.....	25
5.1 Diskový podmítač s disky na společné hřídeli.....	25
5.2 Konstrukční provedení bez drobcího válce	25
5.2.1 Komponenty diskového podmítače s disky na společné hřídeli.....	26
5.2.2 Výhody a nevýhody uložení disků na společné hřídeli	26
5.3 Provedení s drobcím válcem.....	27
5.3.1 Uchycení drobcího válce	27
6 Konstrukční návrh diskového podmítače.....	29
6.1 Konstrukční provedení diskového podmítače.....	29
6.1.1 Konstrukce rámu	29
6.1.2 Komponenty diskového podmítače s uchycením disků pomocí slupic.....	30
6.2 Geometrie diskového ořebního tělesa.....	31
6.3 Rozestup mezi sousedními disky	32
6.4 Síly působící na diskové těleso	34
6.5 Stanovení potřebného výkonu traktoru	35
6.6 Výpočet potřebné síly předpětí k uchycení drobcího válce.....	37
6.6.1 Stanovení reakčních sil.....	37
6.6.2 Stanovení síly předpětí	41
6.6.3 Stanovení utahovacího momentu.....	41

Závěr	43
Použité informační zdroje	44
Seznam použitých zkratk a symbolů	47
Seznam příloh	48

ÚVOD

Půda patří mezi největší bohatství Země. V dřívějších dobách byl vztah člověka k půdě velmi silný. Mnoho lidí mělo vlastní kus orné půdy, kterou sami obhospodařovali a půda se jim odvděčila úrodou a zajišťovala jim značnou část konzumních plodin. Rozloha zemědělsky využitelné orné půdy se zmenšuje a s tím souvisí její zvyšující se cena. V posledních několika letech se zemědělsky využitelná orná půda přetváří na jinak využitelné plochy jako jsou stavební parcely, stavba obchodních domů, skladů a různých ploch pro poskytnutí zázemí pro podnikání v různých odvětvích. Tento fakt přispívá ke skutečnosti, že půda je více a více cennější.

Správné obhospodařování půdy patří mezi nejdůležitější kroky, které vedou k správnému růstu plodin a jejich následných výnosů při sklizni. Hlavním cílem při zpracování půdy je ovlivnění půdních procesů a zlepšení fyzikálních a biologických vlastností půdy. Je důležité půdu připravit před zasetím dané plodiny a vytvořit vyhovující podmínky pro následný růst plodin. Základní operací je podmítka nebo orba. Při podmítce se zemina neprovzdušní do takové hloubky jako při orbě, ale umožňuje zpracování velké plochy půdy za relativně krátký čas. Z tohoto důvodu se podmítka stává velmi rozšířeným způsobem zpracování půdy.

1 ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Hlavním úkolem při zpracování půdy je vytvořit ideální podmínky pro růst pěstovaných plodin, nakypřit půdu, zapravit do půdy hnojiva a zbytky plodin po sklizni. Při takovémto zpracování se půda drobí a dostává strukturu, která zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy, také se zlepšuje provzdušnění a pronikání vody do půdy. [1]

1.1 PODMÍTKA

Mezi nejzákladnější způsoby zpracování půdy patří podmítka. Podmítka představuje první operaci zpracování půdy po sklizni obilnin a píce. K této operaci se využívají radličné a talířové podmítací pluhy. Při podmítce je zemina provzdušněna a promíchají se rostlinné zbytky s povrchovou vrstvou orné půdy. Vytvoří se izolační vrstva, která omezuje vypařování vody z půdy a přerušuje se kapilární vztlakovost vody v půdě. Tato hospodárnost s vodou je velmi důležitá, protože v letních měsících nastávají období sucha a je důležité vodu zadržet v půdě. Při provzdušnění a zpracování posklizňových zbytků rostlin se do půdy dostávají energetické složky výživy, které napomáhají půdním mikroorganismům při rozkladu organických látek v půdě. Důležitým parametrem při podmítce je čas provedení. Podmítka by měla proběhnout co nejdříve po sklizni plodin, kdy je půda vlhká a jsou dobré pracovní podmínky. Při podmítání po delší době je půda suchá, což má za následek tvorbu velkých hrud a zvýšení nákladů, mezi které patří vyšší opotřebení nástrojů a vyšší spotřeba paliva. Při velmi teplém letním počasí se z jednoho hektaru orné půdy vypaří až 30 m³ vody za den. [2] [3]

Podmítka lze rozdělovat podle hloubky kypření na mělkou (do 8 cm), střední (8 až 12 cm) a hlubokou (12 až 15 cm). Mělká podmítka se využívá ve vlhkých a chladnějších oblastech. Hluboká podmítka se provádí v teplých a suchých oblastech, kdy je nutné vytvořit silnější izolační vrstvu ve vrchní části půdy, která slouží k zadržení vody. Hlubší podmítka se také provádí v případě, kdy se nesebere sláma a je zapravena do půdy. [2]

1.2 ORBA

Dalším rozšířeným způsobem zpracování půdy je orba. Při orbě se půda obrátí a provzdušní. Dochází k promísení půdy s rostlinnými zbytky a zapravení hnojiva do půdy, které příznivě podporuje biologické činnosti v půdě. Orba se neprovádí v období, kdy má půda příliš velkou vlhkost, protože to má negativní vliv na způsob provedení. Při orbě půdy při nadměrné vlhkosti dochází k nežádoucím deformacím půdy, které vedou k nežádoucímu zpracování a ztuhnutí půdy. K této operaci se používají traktorové pluhy, které se dělí podle konstrukce pracovních těles na radličné, talířové, rotační a kombinované. [2] [3]

Orba se dělí podle hloubky provedení, která se rozlišuje na mělkou, střední a hlubokou orbu. Hloubka orby se určuje podle stavu půdy a požadavků plodiny, která zde bude následně zaseta. Požadovaná hloubka pro danou plodinu se určí pomocí osevního postupu, kde jsou hodnoty hloubky pro každou plodinu stanoveny. Mělká orba (do 18 cm) se využívá pro meziplodiny, které se sejí v létě. Nejčastěji používaná je střední orba (od 18 cm do 24 cm), ta se uplatňuje k obilninám, řepce a luskovinám. Hluboká orba (od 24 cm do 30 cm) výrazně mění půdní vlastnosti a využívá se k orbě k plodinám s křovinatým kořenem, mezi které patří

např. cukrovka nebo krmná řepa. Hluboká orba je energeticky velmi náročná a často ji ještě předchází předchozí zpracování půdy ve formě podmítky. Speciálním případem je velmi hluboká orba, která se nazývá rigolování a může být prováděna až do hloubky 1 m. [2]

1.3 ODPOR PŮDY PODLE PŮDNÍHO TYPU

Podle půdních typů se rozlišují druhy půd, které ovlivňují obtížnost zpracování půdy. Druhy půd se rozdělují podle procentuálního obsahu jílovitých částic menších než 0,01 mm. Podle tohoto kritéria se rozdělují do sedmi kategorií dle normy ČSN 46 5302. S rostoucím podílem těchto částic se zvyšuje měrný odpor půdy (tab. 1). Na drobení půdy se značně podílí i její vlhkost. Při nadměrné vlhkosti dochází k většímu drobení půdy a měrný odpor roste. Minimální měrný odpor nastává při optimální vlhkosti, která se pohybuje od 8 do 21 % v závislosti na druhu půdy. [1]

Tab. 1 Rozdělení půd a jejich měrné odpory dle normy ČSN 46 5302 [5]

Praktické označení půdy	Druh půdy	Obsah zrn menších než 0,01 mm [%]	Číselné označení podle ČSN	Měrný odpor půdy k_0 [kN.m ⁻²]
Velmi těžká	Jíl	nad 75	1	90÷150
	Jílovitá	60÷75	2	
Těžká	Jílovito-hlinitá	40÷60	3	60÷90
Střední	Hlinitá	30÷40	4	40÷60
	Písčito-hlinitá	20÷30	5	
Lehká až velmi lehká	Hlinito-písčitá	10÷20	6	20÷40
	Písčitá	0÷10	7	

2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY PRO PŘEVOZ KULTIVÁTORŮ

Navrhovaný nesený diskový kultivátor zavěšen v třibodovém závěsu se podle vyhlášky č. 341/2014 Sb., „*Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.*“ řadí do kategorie zvláštních vozidel nesených pracovních strojů, které jsou definovány: „*Zvláštní vozidla podkategorie SN jsou pracovní stroje nesené určené pouze pro vykonávání určitých pracovních činností. Tyto stroje se na pozemních komunikacích pohybují zavěšeny na vozidle a tvoří s ním jeden celek. Jejich pojezdové ústrojí (pokud jsou jím vybaveny) není v přepravní poloze ve styku s vozovkou. Do této kategorie spadají i výměnné nástavby mající charakter pracovního stroje neseného.*“ [4]

Nesený kultivátor může být převážen po pozemních komunikacích pouze v určené přepravní poloze a nesmí bránit ve výhledu podle vyhlášky č. 341/2014 Sb. „*Při provozu na pozemních komunikacích musí být stroj ve schválené přepravní poloze, nesmí výrazně snižovat výhled z místa řidiče vozidla, omezovat ovladatelnost vozidla a omezovat viditelnost jeho světelných zařízení.*“ Kultivátor musí být před převozem po pozemní komunikaci řádně očištěn, aby nedocházelo ke znečišťování vozovky, což je také uvedeno ve vyhlášce č. 341/2014 Sb. „*Zvláštní vozidlo musí být vybaveno tak, aby nebylo zdrojem znečištění nebo poškození komunikace.*“ [4]

3 DISKOVÉ PODMÍTAČE

Diskové podmítače, které se používají k podmítce se vyznačují vysokou plošnou výkonností při podmítce nebo kypření půdy, která je dána především vysokou pojezdovou rychlostí, která je až $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. někteří výrobci těchto podmítačů uvádějí provozní rychlost až $15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Tyto stroje jsou vhodné především pro práci na lehkých půdách, při tvrdém povrchu půdy se zhoršuje kvalita podmítky. Naopak nejsou vhodné na úpravu půdy, kde se nachází velké množství slámy nebo polehlého obilí. Při podmítce by docházelo k nepravidelnému zapravování rostlinných zbytků a nebyla by dodržena požadovaná hloubka. Většina diskových podmítačů je vybavena drobicími a utužovacími válci a z tohoto důvodu již není potřeba provádět další úpravu povrchu půdy. [2] [6]

3.1 PODMÍTAČ KA-ROL 2 M

Diskový podmítač od značky KA-ROL (obr. 1) s technickými parametry (tab. 2) má pracovním záběrem 2 m a využívá se pro podmítku a předseťovou úpravu půdy. Podmítač je nesený se zesílenou konstrukcí hlavního rámu s dvojitou pracovní sekci s uspořádáním do „V“ s možností 5 nastavení úhlu válců. Pracovní hloubku lze ručně nastavit. Podmítač má 2 válce s talíři o průměru 510 mm a lze ho vybavit koncovým drobicím válcem délky 2,1 m o průměru 460 mm. [7]

Tab. 2 Technické parametry [7]

Potřebný výkon [kW]	30
Šířka záběru [m]	2
Váha [kg]	520
Maximální pracovní hloubka [cm]	15
Počet talířů	18
Průměr talířů [mm]	510



Obr. 1 Podmítač KA-ROL 2 m [27]

3.2 PODMÍTAČ DABAKI DHC 2 M

Jedná se o stroj s technickými parametry (tab. 3), který nemá příliš složité konstrukční provedení (obr. 2) a velké nároky na agregaci s příliš výkonným traktorem. Na hlavním rámu jsou ve dvou sekcích uspořádaných do „V“ umístěné disky na hřídeli o průměru 560 mm. Na první hřídeli jsou umístěny disky se zubovým profilem a na druhé disky hladké. Vedle každého disku je lopatka, která napomáhá k čištění disků. Lze nastavit pracovní úhel disků. Výrobce uvádí hodinový výkon 1,5-1,9 ha/hod. [11]

Tab. 3 Technické parametry [11]

Potřebný výkon [Hp]	50÷60
Šířka záběru [m]	2
Váha [kg]	470
Maximální pracovní hloubka [cm]	14
Počet talířů	18
Průměr talířů [mm]	560



Obr. 2 Podmítač DABAKI DHC 2 m [12]

3.3 PODMÍTAČ WINERY V2

Tento nesený diskový podmítač (obr. 3) s technickými parametry (tab. 4) s pracovním záběrem 1,6 m je vhodný pro zapravení plevelu do půdy, kypření a lze ho využít v sadech a vinohradech. Stroj obsahuje dvě pracovní sekce umístěné do tvaru „V“, které jsou přichyceny k rámu stroje. Na dvou hřídelích jsou umístěny hladké a zubaté disky o průměru 460 mm. Pro použití stroje na vinohradech a sadech jsou na konci hřídelí disky s menším průměrem 360 mm, což má za následek menší nahrnování zeminy. Mezi disky jsou nainstalovány řetízky, které zlepšují čištění jednotlivých disků. Na rám stroje lze dodatečně namontovat drobný váleček. [8]

Tab. 4 Technické parametry [8]

Potřebný výkon [kW]	12
Šířka záběru [m]	1,6
Váha [kg]	325
Maximální pracovní hloubka [cm]	18,5
Počet talířů	14
Průměr talířů [mm]	460



Obr. 3 Podmítač WINERY V2 1,6 m [8]

3.4 PODMÍTAČ BISO WINEBOSS D175

Diskové podmítače BISO WINEBOSS (obr. 4) vyznačující se robustní konstrukcí jsou učené do sadů a vinic a jsou schopni pracovat v těžkých podmínkách a ve velmi tvrdé půdě. Stroj má disky o průměru 560 mm (tab. 5) ve dvou řadách za sebou, kde každý disk je uložen v pružném gumovém uložení. Za posledním diskem je umístěna boční protiúletová deska, která zabraňuje nežádoucímu přesunu půdy. Na konci rámu stroje je umístěn drobný válec o průměru 500 mm. [9]

Tab. 5 Technické parametry [9]

Potřebný výkon [k]	50
Šířka záběru [m]	1,75
Váha [kg]	720
Maximální pracovní hloubka [cm]	max 15
Počet talířů	14
Průměr talířů [mm]	560



Obr. 4 Podmítač BISO WINEBOSS D175 [9]

3.5 PODMÍTAČ ONTARIO N 200

Nesený diskový podmítač ONTARIO (obr. 5) od české společnosti SMS CZ s pracovní hloubkou stroje maximálně 12 cm (tab. 6) je vhodný především pro první mělkou podmítku, předseťové přípravy a pro údržbu trvalých travnatých porostů. Disky o průměru 510 mm jsou umístěny do dvou řad za sebou, lze použít i větší disky o průměru 560 mm. Za dvěma řady disků je umístěn drobicí válec. [10]

Tab. 6 Technické parametry [10]

Potřebný výkon [kW]	60
Šířka záběru [m]	2
Váha [kg]	1290
Maximální pracovní hloubka [cm]	12
Počet talířů	14
Průměr talířů [mm]	510



Obr. 5 Podmítač ONTARIO N [28]

4 DĚLENÍ TRAKTORŮ

Traktor je motorové vozidlo, které je konstruováno pro tažení přípojných vozidel, nesení strojů a pro přepravu těžkých nákladu. Traktor má v zadní části třibodové hydraulické zařízení, kam se upínají přídatná zařízení. Také se zde nachází vývodová hřídel, která slouží k přenášení točivého momentu od traktoru k připojeným zařízením. Určité typy stojů, především traktory vyšších výkonových kategorií, mají tato zařízení také v přední části traktoru. [13]

Jednotlivé traktory se od sebe liší mnoha prvky a lze je rozdělovat podle různých kategorií. Nejčastější dělení je podle výkonu motoru. Podle tohoto kritéria se traktory rozdělují do dvou kategorií, na malotraktory s výkonem motoru do 32 kW a traktory s výkonem nad 32 kW. [13]

Malotraktory se používají pro práci na malých pozemcích v zemědělství a v mnoha dalších oblastech, jako jsou vinařské sady, ovocné sady atd. Do skupiny malotraktorů se také řadí traktory, jejichž maximální rychlost nepřesahuje 30 km/h a nepřevyšují provozní hmotnost 2000 kg. Malotraktory se vyrábí v různých provedení, bez kabiny, pouze s ochranným rámem místo kabiny nebo s kabinou. [13]

4.1 ZETOR UTILIX CL 45

Zetor UTILIX typu CL (obr. 6) je malotraktor od českého výrobce. Tento malotraktor s robustní a odolnou konstrukcí je vhodný pro práci v zahradnictví a na malých farmách. Zetor UTILIX vyniká svojí manévrovatelností a malým poloměrem otáčení. Stroj je vybaven pohonem všech čtyř kol „4WD“ a poháněn motorem o výkonu 46 koňských sil (tab. 7), který splňuje emisní limity a nevyžaduje přítomnost močoviny. Traktor může být vybaven předním nakladačem s dvěma okruhy hydrauliky, který je ovládán joystickem z kabiny. Traktor je vybaven v zadní části třibodovým závěsem kategorie I s maximální zvedací silou 1500 N a vývodovým hřídelem s elektrohydraulickým ovládním. Traktor má vzadu 4 vývody (2 páry) hydrauliky a vpředu také 4 (2 páry) vývody hydrauliky pro připojení předního nakladače. [14] [15]

Tab. 7 Technické parametry [15]

Maximální výkon [k]	46
Jmenovité otáčky [min⁻¹]	2800
Zdvihový objem [cm³]	2190
Převodovka	Mechanická
Maximální rychlost [km/h]	29,6
Závěs	Tříbodový kategorie I
Dodávka čerpadla hydrauliky [l/min]	33,5



Obr. 6 Zetor UTILIX CL 45 [16]

4.2 MASSEY FERGUSON 1747

Massey Ferguson 1747 (obr. 7) je vhodný pro práci v menších zemědělských podnicích pro úpravu půdy, výsev, přepravu menších nákladů a zejména pro práci v omezených a těžko přístupných prostorech. Traktor je poháněn čtyřválcovým motorem o výkonu 46 k (tab. 8) s mechanickou nebo hydrostatickou převodovkou s pohonem všech čtyř kol „4WD“. Traktor je vybaven tříbodovým závěsem kategorie I s kapacitou zvedání 1580 kg a vývodovým hřídelem s nastavitelnými otáčkami, které lze ovládat ovladačem na zadním blatníku. U tohoto typu je dostupná verze s kabinou, která snižuje hlučnost i verze bez kabiny s ochranným rámem a lze traktor vybavit předním závěsem s vývodovým hřídelem. K dispozici jsou 2 hydraulické okruhy. [17]

Tab. 8 Technické parametry [17] [18]

Maximální výkon [k]	46
Jmenovité otáčky [min⁻¹]	2600
Zdvihový objem [cm³]	2197
Převodovka	Mechanická nebo hydrostatická
Maximální rychlost [km/h]	28
Závěs	Tříbodový kategorie I
Dodávka čerpadla hydrauliky [l/min]	74,3



Obr. 7 Massey Ferguson 1747 s kabinou [19]

4.3 JOHN DEERE 5050E

John Deere 5050E (obr. 8) amerického výrobce je vhodný pro práci na menších farmách v úzkých prostorech, kde vyniká svojí obratností díky krátkému rozvodu náprav, malému poloměru otáčení a velkému úhlu natočení kol. Také je vhodný pro přepravu menších nákladů, kdy jeho provozní rychlost dosahuje 40 km/h (tab. 9). Traktor je poháněn tříválcovým motor o objemu 2,9 l s pohonem všech čtyř kol s elektrohydraulickým spínáním pohonu přední nápravy. Stroj je vybaven tříbodovým závěsem kategorie II s maximální nosností v upínacím bodě 2400 kg, vývodovým hřídelem a dvěma hydraulickými okruhy. Traktor je dostupný ve verzi s kabinou, nebo ochranným rámem, který lze sklopit pro lepší manipulaci v nízkých prostorách. Stroj lze vybavit čelním nakladačem, který je ovládán joystickem z kabiny. [20]

Tab. 9 Technické parametry [20]

Maximální výkon [k]	49
Jmenovité otáčky [min⁻¹]	2100
Zdvihový objem [cm³]	2900
Převodovka	Mechanická
Maximální rychlost [km/h]	40
Závěs	Tříbodový kategorie II
Dodávka čerpadla hydrauliky [l/min]	66



Obr. 8 John Deere 5050E se sklopným ochranným rámem [21]

4.4 LANDINI MISTRAL 2-055 STD

Italský výrobce zemědělských strojů značky LANDINI nabízí malotraktor Landini MISTRAL 2-055 STD (obr. 9) s technickými parametry (tab. 10). Tento malotraktor je vhodný pro nenáročné zemědělské aplikace, údržbu parků a terénní úpravy. Traktor je poháněn tříválcovým motorem o objemu 1,9 l s pohonem všech čtyř kol. V zadní části se nachází tříbodový závěs kategorie I se zvedací nosností 1200 kg a vývodový hřídel s mechanickým zapínáním. K dispozici je přídatný přední zvedací systém s nosností 400 kg. Stroj je dostupný jak s kabinou, tak i s ochranným rámem. [22]

Tab. 10 Technické parametry [22]

Maximální výkon [k]	49
Jmenovité otáčky [min^{-1}]	2600
Zdvihový objem [cm^3]	1900
Převodovka	Mechanická
Maximální rychlost [km/h]	30
Závěs	Tříbodový kategorie I
Dodávka čerpadla hydrauliky [l/min]	35



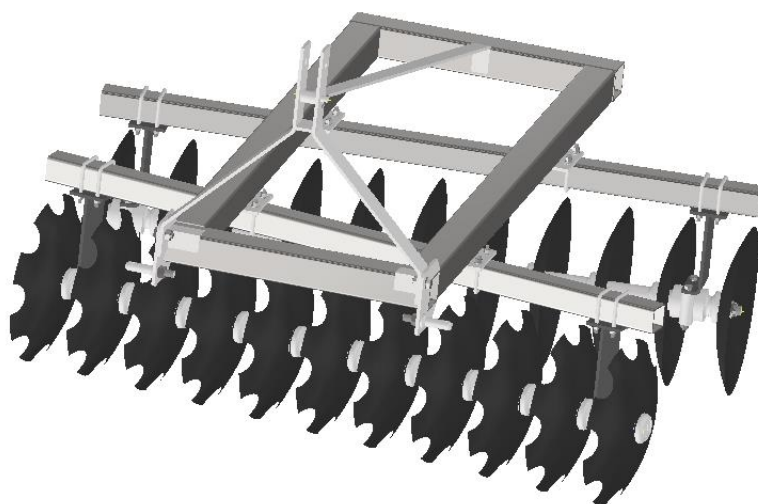
Obr. 9 LANDINI MISTRAL 2-055 STD [23]

5 KONCEPČNÍ NÁVRH

Konstrukce diskových podmítačů se provádí ve dvou variantách. Podmítače s uložením disků na společném hřídeli nebo podmítače s disky uloženými samostatně. Jako koncepční návrh diskového podmítače je zvolena varianta s uložením disků na společné hřídeli (obr. 10). Konstrukční varianta je zvolena s uložením disků samostatně. [25]

5.1 DISKOVÝ PODMÍTAČ S DISKY NA SPOLEČNÉ HŘÍDELI

Provedení s umístěním disků na společné hřídeli, která je uložena v ložiscích. Disky jsou ve dvou řadách umístěných do tvaru „V“ (obr. 10).



Obr. 10 Koncepční návrh diskového podmítače

5.2 KONSTRUKČNÍ PROVEDENÍ BEZ DROBÍČÍHO VÁLCE

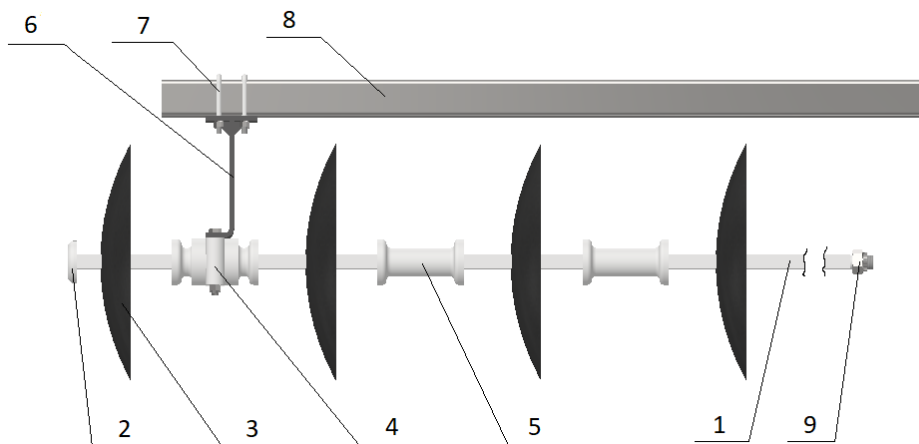
Hlavní dílec podmítače tvoří rámová konstrukce, která je svařena ze čtyř čtyřhranných profilů, na kterých jsou navařeny 4 úchyty k upevnění profilů s disky. K hlavní rámové konstrukci je přivařeno závěsné zařízení, které je konstruováno k připojení na tříbodový traktorový nosič kategorie II. Vzhledem k rozměrům rámu je volena vzpěra mezi závěsným zařízením a koncem rámu, která plní funkci celkového zpevnění rámové konstrukce. Podmítač se skládá ze dvou řad disků uspořádaných do „V“, kdy druhá řada je natočena opačným směrem z důvodu vyrovnání sil působících od půdy. Takto provedené konstrukční řešení s absencí drobícího válce sníží celkovou váhu stroje a zajistí lepší manipulaci stroje, což je důležitý faktor při konstrukci takto malých podmítačích, které se používají k obhospodařování polí menších rozloh, kde není příliš velký prostor pro manipulaci. Při absenci drobícího válce v zadní části stroje se těžiště podmítače posune blíže traktoru a není potřeba velké přední závaží na traktoru.

Každá řada disků obsahuje 11 disků, které zajišťují šířku pracovního záběru 2 m. První řada disků je tvořena zubatými disky, které lépe pronikají do půdy a napomáhají odvalování, o průměru 510 mm. Druhá řada disků je tvořena hladkými disky o průměru 510 mm. Hřídel

s disky je pomocí třmenů připevněna na čtyřhranný profil, který je následně třmeny připevněn na hlavní rámovou konstrukci. Hřídele jsou nakloněny vůči směru jízdy o pracovní úhel, který se pohybuje kolem 35° . Nastavení úhlu sklonu disků lze nastavit při upevnění hřídele s disky na hlavní rám. [24]

5.2.1 KOMPONENTY DISKOVÉHO PODMÍTAČE S DISKY NA SPOLEČNÉ HŘÍDELI

Při konstrukci diskového podmítače s disky na společné hřídeli byla navržena rámová konstrukce a jsou použity komponenty, které jsou dostupné na trhu (obr. 11). Základní komponentou je hřídel čtvercového tvaru 30x30 mm (1). Na konci hřídele je navařena koncová rozpěrka disků (2), která zabraňuje pohyb ostatním komponentám na hřídeli. Za koncovou rozpěrku je umístěn první disk (3) o průměru 510 mm. Za prvním diskem je umístěn ložiskový domeček (4), který obsahuje ložisko, které umožňuje otáčení celé hřídele s disky. Za druhým diskem se nachází rozpěrka disků (5), která odděluje 2 sousední disky a určuje jejich vzdálenost. Rozpěra disků se nachází mezi každými sousedními disky. Na konci hřídele před posledním diskem je umístěn druhý ložiskový domeček a poslední disk je zajištěn maticí (9), která je našroubovaná na konec hřídele.



Obr. 11 Schéma umístění komponent na hřídeli

5.2.2 VÝHODY A NEVÝHODY ULOŽENÍ DISKŮ NA SPOLEČNÉ HŘÍDELI

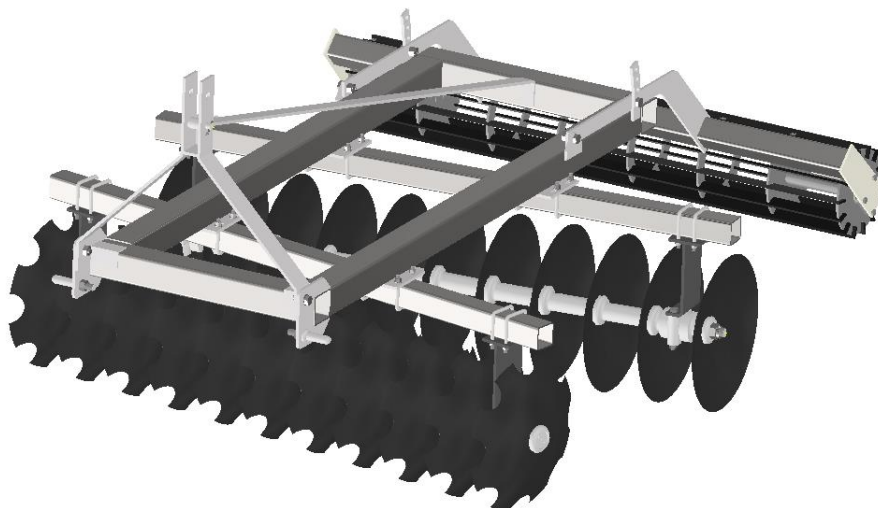
Výhodou diskových podmítačů uložených na společné hřídeli je jednoduchá konstrukce, jednoduchost uložení, montáže a nižší pořizovací cena. Velkou výhodou je nastavení pracovního úhlu, které lze měnit a přizpůsobit aktuálním pracovním podmínkám. [25]

Při uložení disků na společné hřídeli nelze nastavit odklonu disků od svislé osy a nelze zajistit jištění proti poškození disků při najetí na překážku. Omezená možnost nastavení pracovní geometrie disků má za následek potřebný vyšší tahový výkon stroje. Výrobci těchto strojů uvádějí nižší pojezdovou rychlost (8 až $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) než u diskových podmítačů se samostatným uložením disků. Stroj má kvůli konstrukci znatelně větší délku než při samostatném uložení disků. Další nevýhodou je nutnost demontáže a rozebrání celého komponentu v případě poškození jednoho z disků. [25]

5.3 PROVEDENÍ S DROBÍCÍM VÁLCEM

Kombinace diskového podmítače s přidavným drobicím válcem (obr. 12) se často využívá. Drobicí válec upraví a zarovná povrch po provedené podmítce a není nutná další operace pro úpravu půdy. [6]

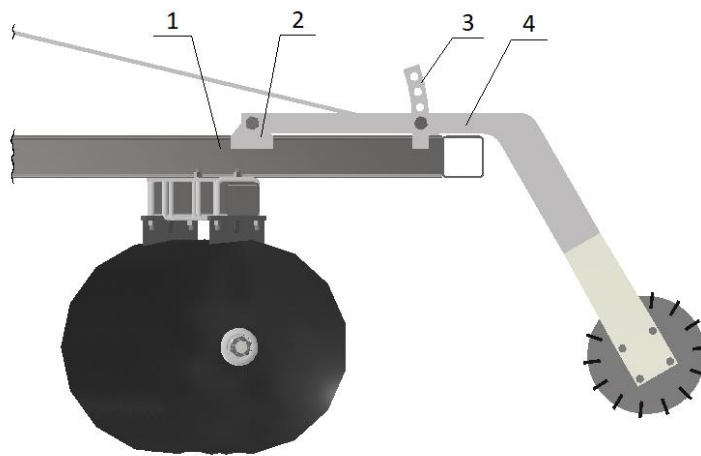
Drobicí válec má průměr 280 mm s pracovním záběrem 2 m. V ose válce je na každém konci hřídel, která je uložena v ložiskovém komponentu, který umožňuje rotaci válce. Profil lišty je obdélníkový.



Obr. 12 Konstrukční provedení s drobicím válcem

5.3.1 UCHYCENÍ DROBÍCIHO VÁLCE

K uchycení drobicího válce k hlavnímu rámu podmítače je volena jednoduchá konstrukce s možností regulace výšky drobicího válce (obr. 13). K hlavnímu rámu konstrukce (1) je navařen úchyt drobicího válce (2), kde je šroubovým spojem upevněn držák drobicího válce (4). Dále je k hlavnímu rámu konstrukce (1) navařen druhý úchyt drobicího válce (3), ke kterému je pomocí šroubového spoje upevněn držák drobicího válce (4) ve druhém místě kvůli stabilitě. K druhému úchytu drobicího válce (3) je možné drobicí válec připevnit ve čtyřech možných polohách a tím regulovat výšku válce dle potřeby.



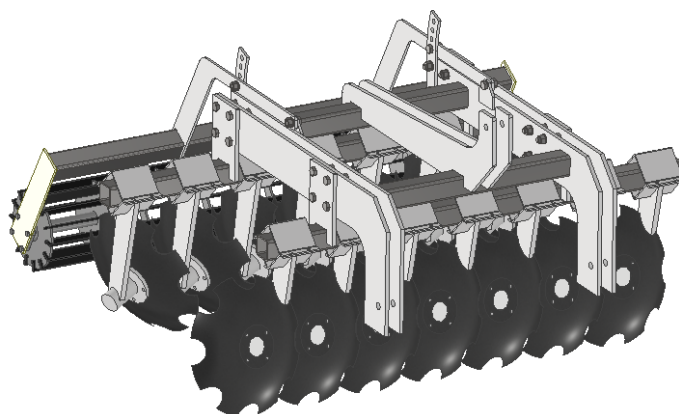
Obr. 13 Uchycení drobicího válce

6 KONSTRUKČNÍ NÁVRH DISKOVÉHO PODMÍTAČE

Jako konstrukční návrh je volen diskový podmítač s uchycením disků samostatně pomocí slupic (obr. 14).

6.1 KONSTRUKČNÍ PROVEDENÍ DISKOVÉHO PODMÍTAČE

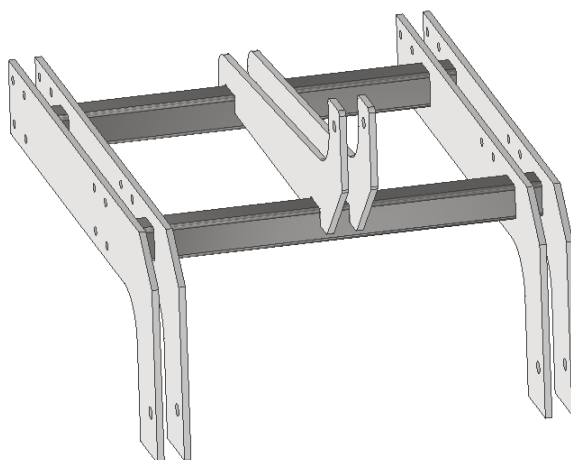
Diskový podmítač (obr. 14) se skládá z hlavního rámu, který je konstruován jako tříbodový traktorový nosič kategorie II. K hlavnímu rámu jsou přimontovány pomocí šroubových spojů 2 řady disků. Podmítač je opatřen drobicím válcem s nastavitelnou pracovní výškou. Uchycení drobicího válce je provedeno stejně jako u koncepčního návrhu s uložením disků na jedné hřídeli (obr.13)



Obr. 14 Konstrukční provedení diskového podmítače

6.1.1 KONSTRUKCE RÁMU

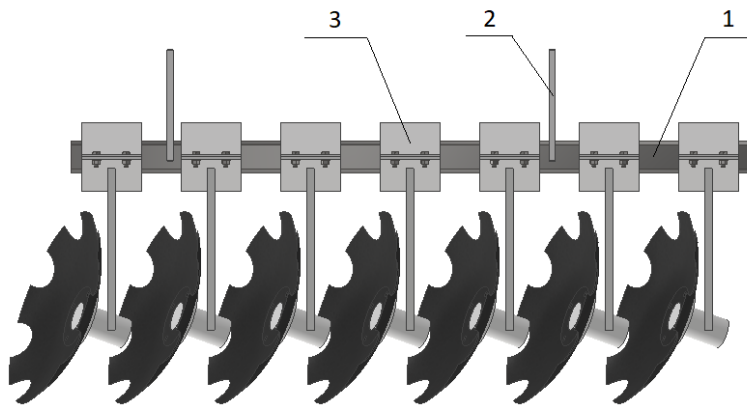
Rám diskového podmítače (obr. 15) se skládá z šesti dílů výpalků z konstrukční oceli S235, které jsou přivařeny k čtvercovým profilům, které spojují rám v jeden celek.



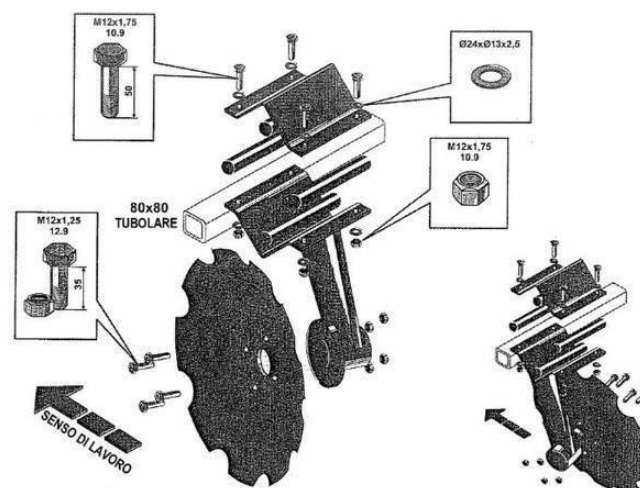
Obr. 15 Konstrukce rámu

6.1.2 KOMPONENTY DISKOVÉHO PODMÍTAČE S UCHYCENÍM DISKŮ POMOCÍ SLUPIC

Uchycení disků je znázorněno na obr. 16. Disk společně se slupicí je volen jako „Kompletní kit uchycení včetně disku s nábojem přední na profil 80 x 80“ od dodavatele KARDANKA [29]. Na druhou řadu disků je použita komponenta „Kompletní kit uchycení včetně disku s nábojem zadní na profil 80 x 80“ od dodavatele KARDANKA [30]. Dodávaná komponenta disku o průměru 510 mm včetně slupice (3) je uchycena pomocí čtyř šroubů na profil 80x80 (1). Dále jsou na profil navařeny 2 díly (2), pomocí kterých je profil s diskem připevněn k hlavnímu rámu pomocí šroubových spojů. Dodávaná komponenta slupice s diskem je zobrazena na obr. 17.



Obr. 16 Uchycení disků



Obr. 17 Kompletní kit uchycení včetně disku s nábojem přední na profil 80x80/disk 510, ozubený [31]

6.2 GEOMETRIE DISKOVÉHO OREBNÍHO TĚLESA

Orebním tělesem je disk, který tvoří povrch kulové úseče (obr. 18). Mezi geometrické parametry disku patří:

- Průměr disku (D)
- Úhel naklonění disku vůči směru jízdy (α)
- Úhel naklonění disku vůči zemi (β)
- Poloměr zakřivení talíře (R)
- Poloviční středový úhel kruhové výseče (φ)
- Úhel nabroušení talíře do kuželu (ω)
- Úhel ostří (ψ)
- Úhel řezu (γ)
- Úhel zadního podbroušení měřený na hlavním průměru (ε)

Volba průměru disku závisí na pracovní hloubce. S ohledem na zadání konstrukce diskového podmítače je volen průměr disku $D = 510 \text{ mm}$. Úhel nastavení disku vůči směru jízdy α a úhel naklonění disku vůči zemi β jsou voleny běžné a často využívané hodnoty úhlů $\alpha = 17^\circ$ a $\beta = 20^\circ$, které používá například firma LEMKEN u podmítače RUBIN 10. [26]

Dle literatury [24] se stanoví maximální hloubka zahloubení a_{max} jako:

$$a_{max} = \frac{D}{6} [\text{mm}] \quad (1)$$

$$a_{max} = \frac{510}{6}$$

$$a_{max} = 85 \text{ mm}$$

Kde: D ... průměr disku [mm]

V (tab. 11) jsou doporučené hodnoty geometrie disků. Úhel ostří se pohybuje v rozmezí 10 až 15°. Úhel zadního podbroušení ε je nutné volit tak, aby v místě vnikání do půdy nebyl záporný. Záporný úhel zadního podbroušení vede k vyhlubování talíře a zvýšení tahového odporu. [24]

Koeficient K_k udává poměr průměru talíře ku hloubce zpracování. [24]

$$K_k = \frac{D}{a_{max}} [-] \quad (2)$$

$$K_k = \frac{510}{85}$$

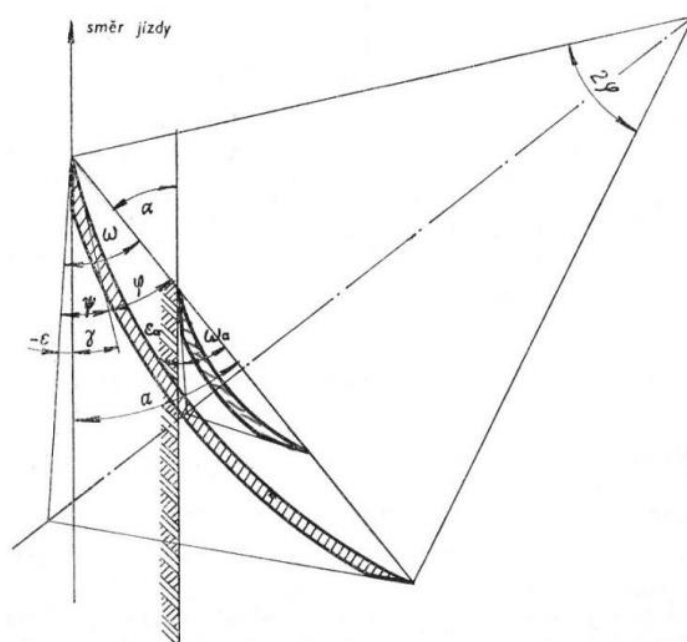
$$K_k = 6$$

Kde: a_{max} ... hloubka zahloubení talíře [mm] (je uvažována maximální hloubka zahloubení)

Podle vztahu (2) je $K_k = 6$ a tato hodnota odpovídá doporučeným parametru pro podmítací talířový pracovní orgán dle (tab.11).

Tab. 11 Doporučené parametry diskových orebních těles [24]

Druh pracovního ústrojí	$K_k = \frac{D}{a}$	α	φ	ε
Talířové orební těleso	2,5 – 4	40° – 50°	31° – 37°	5° – 10°
Podmítací talířový pracovní orgán	6 – 8	Cca 35°	26° – 32°	3° – 5°
Talířové brány	4 – 6	0 – 25°	22° – 26°	>0°



Obr. 18 Geometrie orebního tělesa [24]

6.3 ROZESTUP MEZI SOUSEDNÍMI DISKY

Jednotlivé disky za sebou zanechávají nežádoucí hřebenovité dno (obr.19). Výška hřebene c závisí na průměru disku D , úhlu naklonění disku vůči směru jízdy α a na vzdálenosti mezi dvěma sousedními disky b_d podle následujícího vztahu [24]:

$$b_d = 2 \cdot \sqrt{c \cdot (D - c)} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{mm}] \quad (3)$$

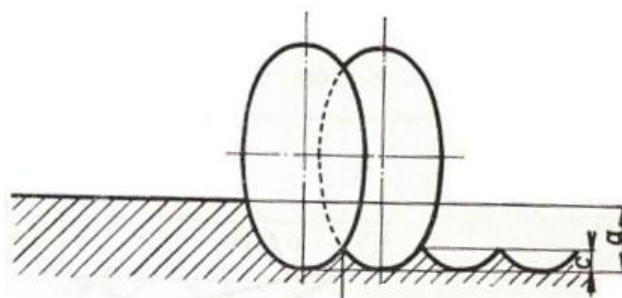
Kde: c ... výška hřebene [mm]

Ze vztahu plyne, že čím menší je úhel naklonění disku vůči směru jízdy α , tím menší musí být rozestup mezi dvěma sousedními talíři b_d . Při malé vzdálenosti mezi sousedními disky by docházelo k ucpávání pracovních těles. Minimální vzdálenost mezi dvěma sousedními disky se podle literatury [24] stanoví:

$$b_{dmin} = 1,5 \cdot a_{max} \text{ [mm]} \quad (4)$$

$$b_{dmin} = 1,5 \cdot 85$$

$$b_{dmin} = 127,5 \text{ mm}$$



Obr. 19 Hřebenovité dno [24]

Vyjádřením výšky hřebene c ze vztahu (3) platí následující vztah. Kdy reálná výška hřebene vyjde pro hodnotu se záporným znaménkem. [24]

$$c = \frac{D \pm \sqrt{D^2 - 4 \cdot \left(\frac{b_{dmin}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}\right)^2}}{2} \text{ [mm]} \quad (5)$$

$$c = \frac{510 \pm \sqrt{510^2 - 4 \cdot \left(\frac{127,5}{2 \cdot \operatorname{tg} 17^\circ}\right)^2}}{2}$$

$$c = 108,2 \text{ mm}$$

Dle literatury [24] pro výšku hřebene dna pro kvalitní zpracování půdy diskovými podmítači musí být splněna podmínka:

$$c < 0,5 \cdot a_{max} \quad (6)$$

$$108 \not< 0,5 \cdot 85$$

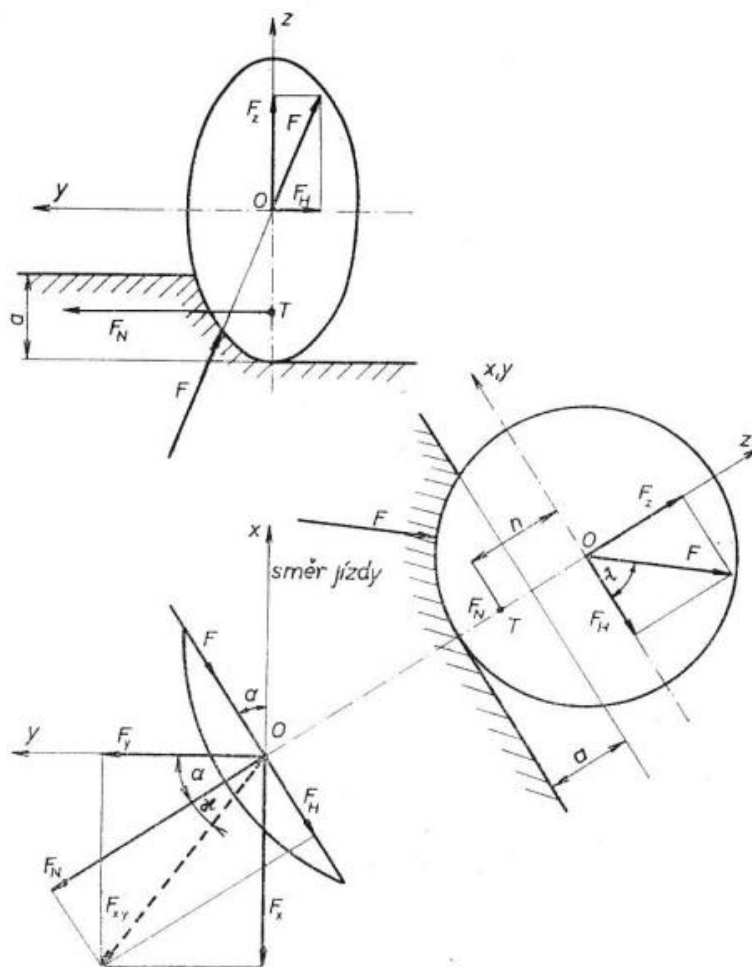
$$108,2 \not< 42,5$$

Při dodržení podmínky (4) a dosazení do vzorce (5) je výška hřebene dna 108,2 mm což nesplňuje podmínku (6), kdy výška hřebene musí být menší než 42,5 mm. Z tohoto důvodu musí být navrhovaný diskový podmítač při dané geometrii disků vybaven drobicím válcem, který následně upraví povrch půdy a zarovná hřebenovitý povrch. S ohledem na konstrukci

diskového podmítače s použitím slupic pro uchycení disků je vzdálenost mezi sousedními disky volena 250 mm.

6.4 SÍLY PŮSOBÍCÍ NA DISKOVÉ TĚLESO

Při určování sil působících na disk diskového podmítače se uvažuje rovnoměrný pohyb při stálé rychlosti. Na obr. 20 jsou znázorněny silové účinky na disk. Obrázek je pro případ, kdy úhel naklonění disku vůči zemi je nulový, tedy $\beta = 0^\circ$. V případě kdy $\beta \neq 0^\circ$ je druhá řada disků nakloněna o úhel β na opačnou stranu než první řada disků, čímž se působící síly v tomto směru vynulují. [24]



Obr. 20 Síly působící na disk [24]

Na disk působí dvě síly. Síla F působí v rovině ostří disku a nositelka síly prochází bodem O (střed souřadného systému). Síla F_N leží v rovině kolmé k rovině disku a působí v bodě T . Bod T znázorňuje těžiště plochy, ve které se talíř dotýká půdy, jde o úseč kruhu ohraničeném ostřím disku. Po rozložení výsledné síly do Kartézského souřadného systému složka síly F_x působí ve směru jízdy a má vliv na potřebný tah traktoru. Složka síly F_z působí ve svislém směru vůči půdě a je důležitá pro stanovení potřebného přítlaku diskového podmítače. Velikost síly F_y se vynuluje díky postavení druhé řady disků. [24]

6.5 STANOVENÍ POTŘEBNÉHO VÝKONU TRAKTORU

Pro stanovení potřebného výkonu traktoru se vychází z měrného odporu stroje R_s a odporu orebního tělesa R_p . Stroj při práci musí překonávat vnější odpory, mezi které patří reliéf pozemku, stav porostu a další. Dále musí překonat vnitřní odpory, jako jsou přesun materiálu, zpracování materiálu atd. Celkový odpor stroje R_s lze stanovit z pracovního tažného odporu podle následujícího vzorce. [33]

$$R_s = k \cdot b \text{ [kp]} \quad (7)$$

Kde: k ... měrný odpor stroje [$\text{kp} \cdot \text{m}^{-1}$]

b ... záběr stroje [m]

$$R_s = 160 \cdot 1,6$$

$$R_s = 256 \text{ kp}$$

Podle vztahu (7), kde je volena hodnotou měrného odporu pro talířové brány z (tab. 12) $k = 160 \text{ kp} \cdot \text{m}^{-1}$ s ohledem na geometrii disku. Disky jsou voleny ozubené s nakloněním vůči směru jízdy a úhel α a vůči půdě o úhel β , kdy daná geometrie pozitivně ovlivňuje zakrojení disku do půdy. Pracovní záběr stroje $b = 1,6 \text{ m}$. Celkový odpor stroje $R_s = 256 \text{ kp}$, po převodu: $R_s = 2511 \text{ N}$.

Tab. 12 Měrné odpory zemědělských strojů [33]

Stroj	Měrný odpor k [$\text{kp} \cdot \text{m}^{-1}$]	Měrný odpor k - přepočít na SI [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$]
Hřebové brány	45 – 65	441 – 637
Talířové brány	160 – 210	1569 – 2059
Smyk zubový	60 – 90	588 – 883
Válec Cambridge	100 – 180	981 – 1765
Secí stroj	50 – 140	490 – 1373
Sázeč brambor	290 – 380	2844 – 3727
Žací stroj nesený	50 – 100	490 – 981
Vyorávač brambor	580 – 650	5688 – 6374
Frézy při hloubce zpracování na 20 cm	500 – 700	4903 – 6865
Řádkovač nesený	80 – 120	485 - 1177

Odpor orebního tělesa R_p se vypočítá podle vzorce uvedeného v literatuře [33] následovně:

$$R_p = k_o \cdot a \cdot b \text{ [kp]} \quad (8)$$

Kde: k_o ... měrný odpor orebního tělesa [$\text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$]

a ... hloubka zahloubení talíře [cm]

b ... šířka záběru [cm]

$$R_p = 0,45 \cdot 8,5 \cdot 160$$

$$R_p = 612 \text{ kp}$$

Podle vztahu (8), kde se uvažuje střední hodnotou měrného odporu středně těžké půdy (tab. 13) $k_o = 0,45 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$, hloubka zahloubení talíře $a = 8,5 \text{ cm}$ a šířka pracovního záběru $b = 160 \text{ cm}$ je odpor orebního tělesa $R_p = 612 \text{ kp}$, po převodu: $R_p = 6002 \text{ N}$.

Tab. 13 Měrné odpory orebního tělesa [33]

Druh půdy	Měrný odpor k_o [$\text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$]	Měrný odpor k_o - přepočet na jednotku [$\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$]
Lehká půda	0,2 – 0,35	0,96 – 3,43
Středně těžká půda	0,35 – 0,55	3,43 – 5,4
Velmi těžká půda	nad 0,8	nad 7,85

Součet celkového odporu stroje R_s a odporu orebního tělesa R_p udává celkový odpor R .

$$R = R_s + R_p \text{ [kp]} \quad (9)$$

$$R = 256 + 612$$

$$R = 868 \text{ kp}$$

Podle rovnice (9) je celkový odpor $R = 868 \text{ kp}$ po přepočtu: $R = 8513 \text{ N}$.

Traktor pracující s daným diskovým podmítačem musí mít výkon, který tento celkový odpor překoná. Podle vzorce (10) se stanoví minimální požadovaný výkon traktoru. Diskový podmítač je konstruován pro běžnou jezdovou rychlost diskových podmítačů $v_p = 12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

$$P = R \cdot v_p \text{ [W]} \quad (10)$$

Kde: R ... celkový odpor [N]

v_p ... pojezdová rychlost [$m \cdot s^{-1}$]

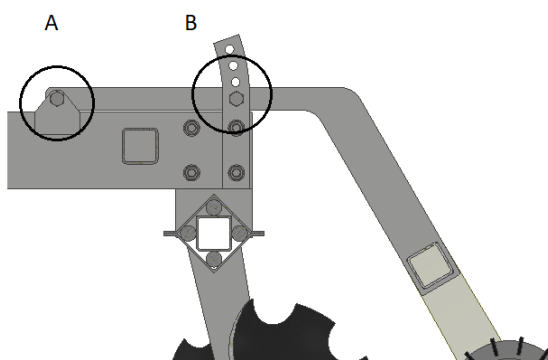
$$P = 8513 \cdot \frac{12}{3,6}$$

$$P = 28376,7 \text{ W}$$

Dosazením hodnot do vzorce (10) je minimální potřebný výkon traktoru $P = 28,4 \text{ kW}$, po převodu: $P = 38,6 \text{ k}$. Diskový podmítač je agregován za traktor s výkonem $P = 50 \text{ k}$. Výpočet pro stanovení minimálního výkonu je počítán pro práci na rovném terénu. Terén není vždy ideálně rovný, při práci v nerovnoměrném terénu a mírném svahu je dostatečná rezerva výkonu.

6.6 VÝPOČET POTŘEBNÉ SÍLY PŘEDPĚTÍ K UCHYCENÍ DROBÍČÍHO VÁLCE

Drobíčí válec je k hlavnímu rámu upevněn pomocí šroubových spojů (obr. 21) v místech A a B. Při výpočtu je uvažována pouze tíhová síla válce působící v jeho těžišti. Na drobíčí válec dále působí silové účinky od půdy, kdy není známá jejich přesná hodnota a v tomto výpočtu jsou zanedbány.



Obr. 21 Upevnění drobíčího válce

6.6.1 STANOVENÍ REAKČNÍCH SIL

Při stanovení reakčních sil v bodech A a B (obr. 21) se vychází z tíhové síly drobíčího válce. Pomocí programu Autodesk Inventor je určena hmotnost drobíčího válce $m = 142,812 \text{ kg}$ a těžiště drobíčího válce, kde podle vztahu (11) působí tíhová síla F_G :

$$F_G = m \cdot g \text{ [N]} \quad (11)$$

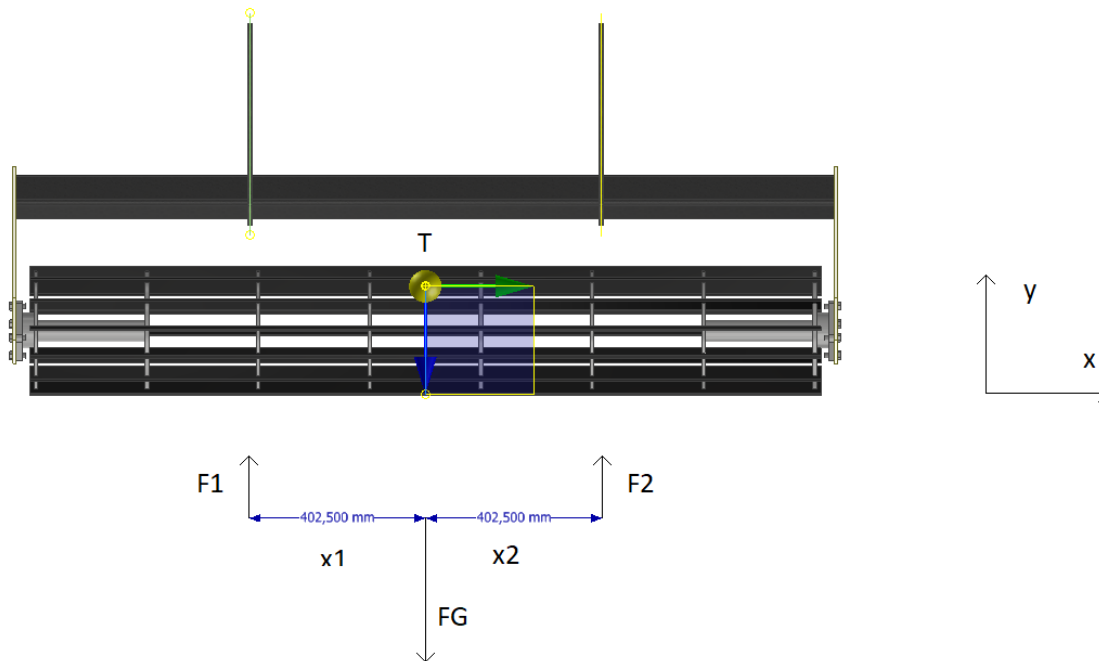
Kde: m ... hmotnost drobíčího válce [kg]

g ... gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]

$$F_G = 142,812 \cdot 9,81$$

$$F_G = 1400,986 \text{ N}$$

Tíhová síla F_G působící v těžišti T (obr. 22) je podle statické rovnováhy rozložena na dvě síly F_1 a F_2 (obr. 22) do os úchytnů drobního válce.



Obr. 22 Působení tíhové síly

Podle rovnic statické rovnováhy (12), (13) jsou stanoveny síly F_1 a F_2 . Z (obr. 20) je patrné, že:

$$x_1 = x_2 = 402,5 \text{ mm}$$

$$\sum F_y = 0: -F_G + F_1 + F_2 = 0 \quad (12)$$

$$\sum M_T = 0: F_1 \cdot x_1 - F_2 \cdot x_2 = 0 \quad (13)$$

Kde: F_1 ... síla v ose prvního úchytnu drobního válce [N]

F_2 ... síla v ose druhého úchytnu drobního válce [N]

x_1 ... vzdálenost působení síly F_G od síly F_1 [m]

x_2 ... vzdálenost působení síly F_G od síly F_2 [m]

Upravením rovnic (12) a (13) dostaneme velikosti sil F_1 a F_2

$$F_1 \cdot x_1 = F_2 \cdot x_2$$

$$F_1 = F_2$$

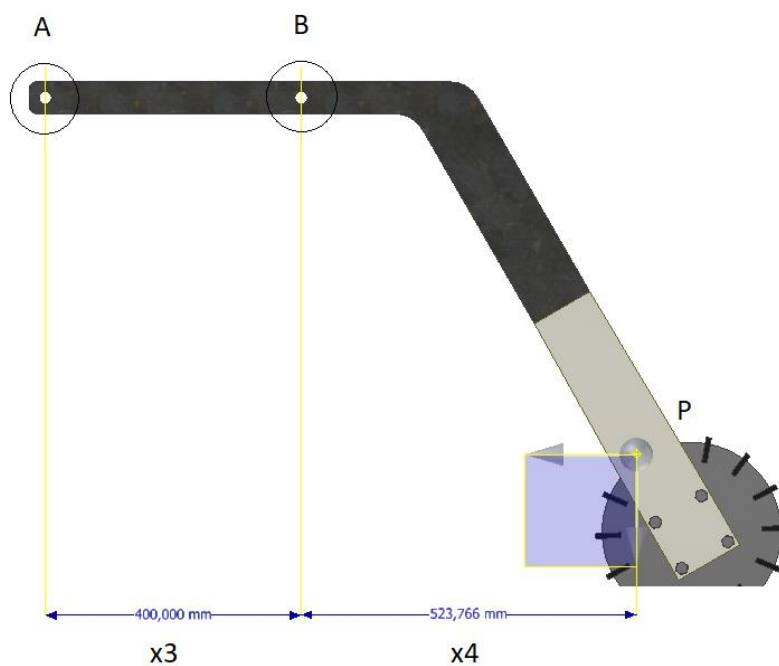
$$F_2 = \frac{F_G}{2}$$

$$F_2 = \frac{1400,986}{2}$$

$$F_2 = 700,493 \text{ N}$$

$$F_1 = 700,493 \text{ N}$$

Z (obr. 23) lze stanovit délku mezi bodem A a bodem B (x_3) a vzdálenost bodu B od místa působení síly F_1 (bod P).

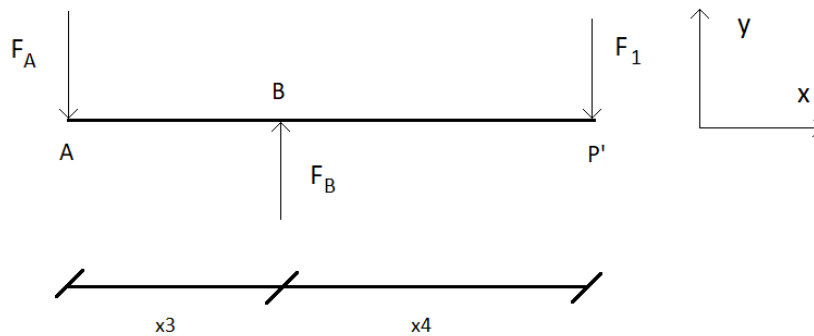


Obr. 23 Znáznornění vzdáleností

$$x_3 = 400 \text{ mm}$$

$$x_4 = 523,766 \text{ mm}$$

Dle schématu (obr. 24) lze sestavit rovnice rovnováhy (14), (15), z kterých se následně vypočítají hodnoty reakčních sil F_A a F_B .



Obr. 24 Silové schéma

$$\sum F_y = 0: F_B - F_A - F_1 = 0 \quad (14)$$

$$\sum M_A = 0: F_B \cdot x_3 - F_1 \cdot x_4 = 0 \quad (15)$$

Kde: F_A ... síla působící v bodě A [N] (obr. 24)

F_B ... síla působící v bodě B [N] (obr. 24)

x_3 ... vzdálenost mezi bodem A a B [m] (obr. 24)

x_4 ... vzdálenost mezi bodem B a P' [m] (obr. 24)

Upravením rovnic statické rovnováhy (14) a (15) se stanoví velikosti sil F_A a F_B

$$F_B = \frac{F_1 \cdot x_4}{x_3} [N]$$

$$F_B = \frac{700,493 \cdot 0,523766}{0,4}$$

$$F_B = 1617,729 \text{ N}$$

$$F_A = F_B - F_1 = 917,236 \text{ N}$$

$$F_A = 1617,236 - 700,493$$

$$F_A = 917,236 \text{ N}$$

6.6.2 STANOVENÍ SÍLY PŘEDPĚTÍ

Stanovení potřebné síly předpětí šroubového spoje, aby se jednalo o třecí spoj se dle literatury [32] stanoví podle vztahu (16). Do výpočtu vstupuje síla působící na šroubový spoj, součinitel bezpečnosti „ k “ a součinitel tření styčných ploch „ f_s “

$$F_i = \frac{k_n \cdot F_s}{f} [N] \quad (16)$$

Kde: k_n ... součinitel bezpečnosti [-]

F_s ... síla působící na šroubový spoj [N]

f ... součinitel tření styčných ploch [-]

Součinitel bezpečnosti je volen $k = 1,5$ a součinitel tření styčných ploch pro neupravený povrch $f_s = 0,2$ [32]

Síla předpětí v bodě A (obr. 21):

$$F_{iA} = \frac{k_n \cdot F_A}{f} [N]$$

$$F_{iA} = \frac{1,5 \cdot 917,236}{0,2}$$

$$F_{iA} = 6879,27 \text{ N}$$

Síla předpětí v bodě B (obr. 21):

$$F_{iB} = \frac{k_n \cdot F_B}{f} [N]$$

$$F_{iB} = \frac{1,5 \cdot 1617,729}{0,2}$$

$$F_{iB} = 12132,97 \text{ N}$$

6.6.3 STANOVENÍ UTAHOVACÍHO MOMENTU

Potřebný utahovací moment se dle literatury [32] stanoví podle vztahu (17).

$$M = K \cdot F_i \cdot d [N \cdot m] \quad (17)$$

Kde: K ... koeficient úpravy povrchu a stavu šroubu [-]

F_i ... síla předpětí [N]

d ... průměr šroubu [m]

U šroubového spoje jsou zvoleny šrouby M20 a koeficient úpravy povrchu a stavu šroubu $K = 0,3$ pro povrch a šrouby bez úpravy povrchu. [32]

Výpočet utahovacího momentu v bodě A (obr. 21):

$$M_A = K \cdot F_{iA} \cdot d \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_A = 0,3 \cdot 6879,27 \cdot 0,02$$

$$M_A = 41,28 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Výpočet utahovacího momentu v bodě B (obr. 21):

$$M_B = K \cdot F_{iB} \cdot d \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_B = 0,3 \cdot 12132,97 \cdot 0,02$$

$$M_B = 72,8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo provést konstrukční řešení diskového podmítače, který se využívá při zpracování půdy, za malotraktor s agregací 50k. Nejprve byly zjištěny teoretické souvislosti s úpravou půdy. Dále byla provedena rešerše podmítačů již dostupných na trhu a jejich technických parametrů. Také byla provedena rešerše dostupných traktorů obdobné výkonové řady, které slouží k práci s navrhovaným diskovým podmítačem.

Nejprve byl vytvořen koncepční návrh diskového podmítače s uložením disků na společné hřídeli a popisem jeho konstrukčního provedení. Tento používaný typ provedení je jednodušší z hlediska konstrukce ale má nevýhody v omezení nastavení pracovní geometrie disků, což vede ke snížení provozní rychlosti při práci stroje. Koncepční návrh byl proveden s drobicím válcem i bez drobicího válce, kde byly popsány jeho výhody a nevýhody.

Při konstrukčním návrhu byla zvolena metoda s uložením disků na krátko. Byl proveden návrh rámu diskového podmítače, na který jsou uchyceny kupované celé diskové komponenty s disky. Déle bylo nutné určit pracovní záběr stroje, který byl určen pomocí výpočtu pro potřebný tahový výkon traktoru. Pro správné zpracování půdy je podmítač opatřen drobicím válcem. Konstrukční řešení uchycení drobicího válce bylo provedeno, kdy je možné nastavit výšku drobicího válce. Následně byl proveden výpočet potřebného utahovacího momentu šroubového spoje, který zajišťuje bezpečné uchycení drobicího válce.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] NOVOTNÝ, Filip. Technologie zpracování půdy, talířové pluhy, talířové podmiítače a talířové brány. *Agroportal24h* [online]. 26-9-2019 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/technologie-zpracovani-pudy-talirove-pluhy-talirove-podmitace-a-talirove-brany>
- [2] HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. *Zpracování půdy*. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
- [3] GOLASOVSKÝ, Karel. *Zemědělské stroje*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986.
- [4] *Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*. In: . 2014, ročník 2014, číslo 341. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>
- [5] ČSN 46 5302. *Značení charakteru půd zpracovávaných mechanizačními prostředky*. 1981, 20 s.
- [6] PASTOREK, Zdeněk. *Zemědělská technika dnes a zítra*. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-4-4.
- [7] Podmiítač 2,0 m V. *Malfarm* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.malfarm.cz/produkty/stroje-pro-zemedelstvi/stroje-pro-zpracovani-pudy/diskove-podmitace/podmitac-2-0-m-v-20>
- [8] Diskový podmiítač WINERY V2 záběr 1,6 m. *Ags-shop* [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.ags-shop.cz/cz/e-shop/2044286/c73927-nesene-diskove-podmitace-winery/diskovy-podmitac-winery-v2-zaber-16-m.html>
- [9] Diskový podmiítač do vinice a sadu BISO WINEBOSS D175. *Bisoeshop* [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.bisoeshop.eu/eshop/detail?code=BISO+WINEBOSS+D175>
- [10] DISKOVÝ PODMIÍTAČ ONTARIO N. *Smscz* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.smscz.cz/cz/content/diskovy-podmitac-ontario-n>
- [11] Diskový podmiítač DHC - 2m. *Farmaodadozet* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.farmaodadozet.cz/diskovy-podmitac-dhc-2m/>
- [12] Diskový podmiítač Dabaki DHC 2,0. In: *Dabaki* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.dabaki.cz/nabidka/puda/diskove-podmitace/dhc-diskovy-podmitac/#diskovy-podmitac-dhc-1-a-jpg>
- [13] *Zemědělec: Traktory a jejich specifické využití* [online]. Profi Press, 2011 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/traktory-a-jejich-specificke-vyuziti/>
- [14] Zetor Utilix: Základní informace. *Zetor* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.zetor.cz/zetor-utilix#obsah>

- [15] Zetor Utilix: Technické parametry. *Zetor* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.zetor.cz/zetor-utilix-technicke-parametry#obsah>
- [16] Zetor Utilix Zetor Utilix CL 45. In: *Agrozet* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/zetor-utilix-zetor-utilix-cl-45-d79155.html>
- [17] MF 1500/1700. *Austrodiesel* [online]. 2018 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://www.austrodiesel.at/fileadmin/user_upload/Czech-16689_MF_15001700_Broch_Czech_2017_MY18_DV7_UB_compressed.pdf
- [18] Massey Ferguson MF 1747: Technické údaje - MF 1747 Massey Ferguson. *Lectura-specs* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/zemedelska-technika/traktory-4wd-massey-ferguson/mf-1747-1168198#datasheets>
- [19] Massey Ferguson MF 1747 A. In: *Tractors* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://www.google.cz/search?q=MASSEY+FERGUSON+1747&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj9fzu-q_2AhWVt6QKHUS7Bq0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=4fIt0wI0UjOdJM
- [20] Řada 5E. *Deere* [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=314e2323#1>
- [21] 5050E. In: *Deere* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://www.deere.cz/assets/images/region-2/products/tractors//5050e_r2g029909_large_large_7f6c2b6a75990fd73a72d2ff9ff68d972492b395.png
- [22] MISTRAL2. *Landini* [online]. 2017 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.landini.it/en/product/mistral2/>
- [23] MISTRAL2. In: *Landini* [online]. 2017 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://www.landini.it/wp-content/uploads/2021/06/LA_RS14_MISTRAL2_Studio_Render_002.jpg
- [24] FRIEDMANN, Mikuláš a kol. *Zemědělské stroje I, teorie a výpočet*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1973.
- [25] POSPÍŠIL, Jiří. *Podmítka a podmítače: Taliřové podmítače* [online]. Brno, 2020 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/mechanizace/podmitka-a-podmitace>
- [26] *COMPACT DISC HARROWS HELIODOR AND RUBIN: RUBIN 10* [online]. 2020, s. 6 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://lemken.com/en-en/agricultural-machines/soil-cultivation/stubble-cultivation/compact-disc-harrows/rubin-10>
- [27] Taliřové brány Ka-Rol použité a nové na prodej. *Agriaffaires* [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.agriaffaires.cz/pouzite-zarizeni/talirove-brany/1/148394/ka-rol.html>

- [28] Ontario N. In: *Smscz* [online]. Česká republika [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.smscz.cz/cz/content/diskovy-podmitac-ontario-n#gallery-1-2>
- [29] Kompletní kit uchycení včetně disku s nábojem přední na profil 80x80/disk 510, ozubený. *Kardanka* [online]. [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.kardanka.cz/kompletni-kit-uchyceni-vcetne-disku-s-nabojem-predni-na-profil-80x80-disk-510-ozubeny-26032>
- [30] Kompletní kit uchycení včetně disku s nábojem zadní na profil 80x80/disk 510, ozubený. *Kardanka* [online]. [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.kardanka.cz/kompletni-kit-uchyceni-vcetne-disku-s-nabojem-zadni-na-profil-80x80-disk-460-ozubeny-26030>
- [31] Kompletní kit uchycení včetně disku s nábojem přední na profil 80x80/disk 510, ozubený. In: *KARDANKA* [online]. [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.kardanka.cz/kompletni-kit-uchyceni-vcetne-disku-s-nabojem-predni-na-profil-80x80-disk-510-ozubeny-26032>
- [32] E. SHIGLEY, Joseph, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstuování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [33] ŠTEFFL, a kolektiv. *Mechanizace rostlinné výroby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1969.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a	[cm]	Hloubka zahloubení talíře
a_{max}	[mm]	Maximální hloubka zahloubení
b	[m]	Záběr stroje
b_d	[mm]	Vzdálenost mezi dvěma sousedními disky
b_{dmin}	[mm]	Minimální vzdálenost mezi dvěma sousedními disky
c	[mm]	Výška hřebene hřebenovitého dna
D	[mm]	Průměr disku
d	[m]	Průměr šroubu
D	[mm]	Průměr disku
f	[-]	Součinitel tření styčných ploch
F_1, F_2	[N]	Síla působící v ose úchyty drobcího válce
F_A, F_B	[N]	Síla působící v bodě A, B
F_G	[N]	Tíhová síla
F_i	[N]	Síla předpětí
F_{iA}, F_{iB}	[mm]	Síla předpětí v bodě A, B
F_s	[N]	Síla působící na šroubový spoj
g	[m·s ⁻²]	Gravitační zrychlení
k	[kp·m ⁻¹]	Měrný odpor stroje
K	[-]	Koeficient úpravy povrchu šroubu a stavu šroubu
k_0	[kp·cm ⁻²]	Měrný odpor orebního tělesa
K_k	[-]	Poměr průměru talíře ku hloubce zpracování
k_n	[-]	Součinitel bezpečnosti
M	[N·m]	Utahovací moment
M_A, M_B	[N·m]	Utahovací moment v bodě A, B
P	[kW]	Potřebný výkon traktoru
R	[kp]	Celkový odpor stroje a orebního tělesa
R_p	[kp]	Odpor orebního tělesa
R_s	[kp]	Celkový odpor stroje
v_p	[m·s ⁻¹]	Pojezdová rychlost
α	[°]	Úhel naklonění disku vůči směru jízdy
β	[°]	Úhel naklonění disku vůči zemi

SEZNAM PŘÍLOH

1. Výkres sestavení: BP-A1-2022-0
2. Podsestava svařenec 1: BP-A1-2022-1
3. Podsestava svařenec 2: BP-A3-2022-2
4. Podsestava svařence 3: BP-A3-2022-3
5. Podsestava svařence 4: BP-A3-2022-4
6. Výrobní výkres 1: BP-A3-2022-01
7. Výrobní výkres 2: BP-A3-2022-02
8. Výrobní výkres 3: BP-A4-2022-03
9. Výrobní výkres 4: BP-A4-2022-04
10. Výrobní výkres 5: BP-A4-2022-05
11. Výrobní výkres 6: BP-A4-2022-06