

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: 2301R030-90 Výrobní systémy

Zaměření: Výrobní systémy

AUTOMATIZACE OBSLUHY KARTÁČOVACÍHO RÁMU
AUTOMATIZATION OF BRUSH FRAME MANIPULATION
KVS - VS – 124

Petr Bali Šoltés

Vedoucí práce : Ing.Petr Zelený,Ph.D.

Počet stran : 47
Počet příloh : 18
Počet obrázků : 77
Počet tabulek : 1
Počet modelů
nebo jiných příloh : 0

V Liberci 25. 5. 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Petr B A L I Š O L T Ě S
Studijní program	B2341 Strojírenství
obor	2301R030 Výrobní systémy
zaměření	výrobní systémy

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Automatizace obsluhy kartáčovacího rámu

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

Hlavním cílem této práce je navrhnout řešení, které usnadní ovládání stroje pro regeneraci umělých a přírodních trávníků pro společnost Eurogreen s.r.o.

Doporučené metody pro vypracování:

1. Seznámit se současným řešením a stavem technických parametrů stroje.
2. Provést rozbor možných variant řešení s přihlédnutím k požadavkům na snadnou ovladatelnost, cenu a technologii výroby
3. Na základě předchozích rozborů zvolit optimální řešení.
4. Volba zdvihacího zařízení.
5. Realizace 3D modelu navrhovaného řešení.
6. Porovnání původního řešení s nově navrženým.



Forma zpracování bakalářské práce:

Rozsah původní zprávy cca 40 stran textu včetně příloh.

Bakalářská práce včetně příloh bude v elektronické formě přiložena na CD (či DVD) k tištěnému svazku bakalářské práce.

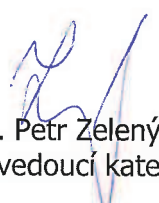
Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):

1. Firemní katalogy a podklady
2. Příslušné normy

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Zelený, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Pavel Vogel - konstruktér




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci dne 1. března 2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedeném lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

TÉMA: AUTOMATIZACE OBSLUHY KARTÁČOVACÍHO RÁMU

V úvodu práce je seznámení s původním řešením Kartáčovacího rámu a dalšími konkurenčními produkty na údržbu umělých travníků. Je proveden rozbor možných řešení s ohledem na snadnou ovladatelnost, cenu a technologii výroby. Poté jsou navrženy dvě varianty nového Kartáčovacího rámu. Cílem práce je zautomatizovat a tím usnadnit obsluhu tohoto zařízení.

THEME: AUTOMATIZATION OF BRUSH FRAME MANIPULATION

In the beginning of thesis is introduced original concept of brush frame and other competitors products on maintenance of synthetic turf. The analysis of possible solutions was performed with regards to easy handling, price and production technology. Then two options of new brush frame are designed. Main objective of thesis is to automate and therefore make manipulation with this device easier.

Klíčová slova: KARTÁČOVACÍ RÁM, ÚDRŽBA UMĚLÝCH TRÁVNÍKŮ

Keywords: BRUSHING FRAME, MAINTENANCE OF SYNTHETIC TURF

Zpracovatel : TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno : 21.5. 2012

Archivní označení zprávy :

Počet stran : 47

Počet příloh : 18

Počet obrázků : 77

Počet tabulek : 1

Počet modelů

nebo jiných příloh : 0

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum 25. 5. 2012

Podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat především Ing. Petru Zelenému, Ph.D. za odborné rady a vedení, jeho čas a vstřícnost při konzultacích bakalářské práce, Pavlu Voglovi za praktické rady a spolupráci. Poděkování patří i rodině, která mne po celou dobu studia podporovala.

OBSAH

Seznam použitých zkratk	8
1 Úvod	9
2 Cíl práce	9
3 Součastné řešení	10
4 Konkurenční produkty	11
4.1 Terra-Brush.....	11
4.2 Verti-Comb.....	12
4.3 Verti-Groom	12
5 První varianta návrhu Kartáčovacího rámu	13
5.1 Rám	13
5.2 Vidlice	14
5.2.1 Přední vidlice	15
5.2.2 Zadní vidlice	16
5.3 Výpočet vidlic.....	17
5.3.1 Výpočet maximálního ohybového momentu.....	18
5.3.2 Kontrola na ohyb.....	20
5.3.3 Výpočet maximálního krouticího momentu	20
5.3.4 Kontrola na krut	21
5.4 Rozmístění pracovních komponentů na rámu	22
5.5 Realizace variant připojení	23
5.6 Nezávislé propojení vidlic	24
6 Druhá varianta návrhu Kartáčovacího rámu	26
6.1 Rám	26
6.2 Otočná trubka	26
6.3 Kontrolní výpočet otočné trubky	27
6.3.1 Výpočet maximálního krouticího momentu	27
6.3.2 Kontrola na krut	29
6.3.3 Výpočet svaru ramen na otočné trubce	29
6.4 Konstrukce pojezdových kol	30
6.5 Zdvhací mechanismus.....	31
6.6 Rozmístění pracovních komponentů.....	32
6.7 Realizace variant připojení	32
6.8 Nezávislé propojení otočných trubek.....	33
7 Popis a volba zdvihacího zařízení	33
7.1 Hydraulické válce	34
7.2 Elektrické válce	35
7.3 Výpočet potřebné síly zdvihacího zařízení	36
7.3.1 Potřebná síla pro první variantu Kartáčovacího rámu.....	37
7.3.2 Potřebná síla pro druhou variantu Kartáčovacího rámu	37
7.4 Umístění zdvihacího zařízení na první variantu Kartáčovacího rámu	38
7.4.1 Volba hydraulického válce	38
7.4.2 Volba elektrického válce	39
7.5 Umístění zdvihacího zařízení na druhou variantu Kartáčovacího rámu	40
7.5.1 Volba elektrického válce	40
7.5.2 Volba hydraulického válce	41
8 Volba varianty Kartáčovacího rámu	42

9 Porovnání původního a nově navrženého řešení.....	43
10 Závěr.....	44
Seznam použité literatury.....	45
Seznam příloh.....	47

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Symbol	Název	Jednotka	Název jednotky
a,b,c,d,l,x	délka	m	metr
ČSN	česká státní norma	-	-
D,d	průměr	m	metr
F	síla	N	newton
F _c	celková síla	N	newton
F _p	požadovaná síla	N	newton
g	gravitační zrychlení	m.s ⁻²	metr za sekundu na druhou
k _p	požadovaná bezpečnost	-	-
m	hmotnost	kg	kilogram
M	moment síly	Nm	newtonmetr
M _o	ohybový moment	Nm	newtonmetr
M _k	krouticí moment	Nm	newtonmetr
p	tlak	Pa	pascal
p _j	jmenovitý tlak	Pa	pascal
p _p	požadovaný tlak	Pa	pascal
R _a ,R _b	vnitřní reakce	-	-
R _e	mez kluzu v tahu zákl. mat.	Pa	pascal
S	plocha	m ²	metr čtverečný
T	tečná síla	-	-
TR	trubka	-	-
W _k	průřezový modul v krutu	m ³	metr krychlový
W _o	průřezový modul v ohybu	m ³	metr krychlový
α _k	součinitel koutového svaru	-	-
σ	normálové napětí	Pa	pascal
σ _{Do}	dovolené napětí v ohybu	Pa	pascal
σ _o	ohybové napětí	Pa	pascal
τ	smyskové napětí	Pa	pascal
τ _{Dk}	dovolené napětí v krutu	Pa	pascal
τ _{max}	maximální smyskové napětí	Pa	pascal

1 ÚVOD

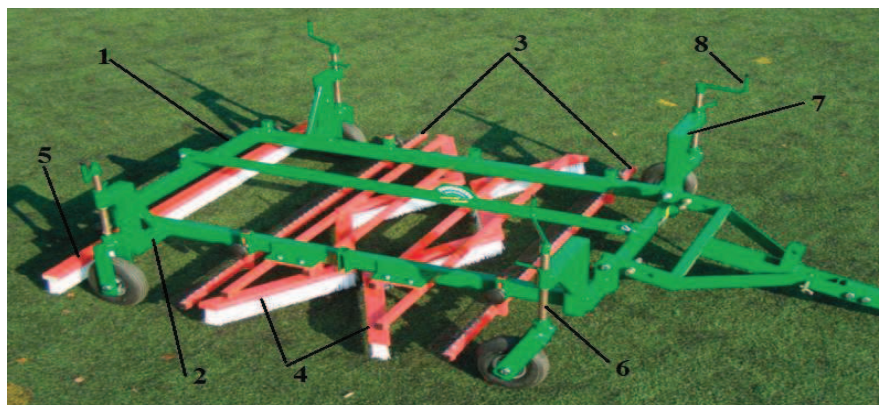
Umělé trávníky se stávají nedílnou součástí každého fotbalového nebo sportovního areálu. Někteří lidé se domnívají, že umělé trávníky zůstanou stále takové, jaké je koupili a nepotřebují žádnou péči, ale není to pravda. Stejně jako přírodní trávník tak i umělý je třeba pravidelně udržovat. Pouze pravidelná údržba zajistí optimální vlastnosti pro hru a dlouhou životnost. Mezi jednotlivými vlákny umělého trávníku je písek nebo gumový granulát, který musí být pravidelně doplňován a ošetřován. Dále je třeba trávník čistit od nečistot, odstraňovat zhutněný granulát a vyrovnávat ho tak, aby nedocházelo ke zranění hráčů.[1] Na všechny tyto operace existují stroje a různé pomůcky. Mohou být ruční, nebo se různými způsoby tahají za traktory. Jedním z takovýchto je Kartáčovací rám, který je určen pro periodickou údržbu. Pomocí kartáčů a pružin upravuje gumový granulát nebo písek a rovná vlas, také ho lze po odmontování kartáčů použít pro lehké vyčesání přírodních trávníků.[2]

2 CÍL PRÁCE

Úkolem této práce je vytvořit a zkonstruovat řešení, které urychlí práci se zařízením a nebude náročné na obsluhu. Nejprve bude stávající Kartáčovací rám podroben rozboru, aby se zjistilo vše, co je třeba změnit a co si ponechat pro nové řešení. Firma chce vyrábět jak nové řešení Kartáčovacího rámu tak i staré, které je levnější a určené pro méně náročné zákazníky. Bude tedy nejvýhodnější, aby bylo co nejvíce dílů kompatibilních na obě řešení. Stávající řešená verze Kartáčovacího rámu stojí 80 160 Kč a jeho hmotnost je 230 kg.[3] Popsaný Kartáčovací rám pracuje a plní svou funkci dobře, ale obsluha je zdlouhavá a nepohodlná. Pokud je tažen za traktorem, obsluha musí při každém vjíždění na trávník nebo z něj zastavit a každé kolo ručně točivým pohybem přenastavit, což je velmi zdlouhavé. Při přenastavování kol, musí obsluha spouštět nebo zdvihat kola postupně, při přílišném naklonění zařízení na jednu stranu je každé kolo zatíženo jinak. Manipuluje se tak na jednom kole např. s váhou 60kg a na dalším se 120kg, obsluha je tedy velmi namáhavá. Dále je třeba vyřešit, jakým způsobem bude rám zdvihán a rozebrat jednotlivé nově navržené díly. Poté vytvořit 3D model Kartáčovacího rámu a porovnat ho s předchozím řešením.

3 SOUČASNÉ ŘEŠENÍ

Řešení kartáčovacího rámu je velmi jednoduché (Obr. 1). Hlavní částí je rám (pozice 1), který je svařen z ocelových tenkostěnných profilů obdélníkového tvaru. K rámu jsou navařeny vzpěry pojezdových kol (pozice 2) a další úchyty, ke kterým jsou připojeny pracovní komponenty (dvě řady výškově stavitelných pružin (pozice 3), dvě řady zalomených kartáčů (pozice 4) a jeden výškově stavitelný zadní kartáč (pozice 5)). Pracovní komponenty plní svou funkci dobře a není důvod je měnit. Nastavení výšky kol je řešeno trapézovým šroubem (pozice 6), který zajíždí do stojin (pozice 7) navařených na vzpěrách rámu. Otáčením kliky na konci šroubu (pozice 8) se výška mění. Přední kola mohou zatáčet a zadní kola jsou pevná. [2]



Obr. 1- současné řešení Kartáčovacího rámu [2]

Zařízení má dvě varianty připojení. První možnost je tažení za traktorem na přívěsové spojce s kulovou hlavou (Obr. 2) a druhá možnost je připojení k zadní tříbodové hydraulice traktoru (Obr. 3). Nově navržené řešení také musí umožňovat obě varianty připojení, ovšem obsluha a práce s ním musí být rychlejší a pohodlnější. [2]



Obr. 2- připojení za přívěsovou spojku



Obr. 3- připojení za tříbodovou hydrauliku [2]

Pokud jsou pracovní komponenty na trávníku, tak se zařízením nesmí být couváno z důvodu zlomení pružin. Výhodnější z hlediska manipulovatelnosti je tedy vozit zařízení na tříbodové hydraulice. Je-li potřeba couvat, zvedne se celé zařízení (Obr. 3), zacouvá se a poté se znovu položí, což je velmi rychlé a snadné. Nicméně ne všechny traktory tříbodovou hydrauliku mají. Při tažení za přívěsovou spojku je couvání velmi zdoluhavé a pro obsluhu velmi nepohodlné. Před couváním musí obsluha každé kolo přenastavit tak, aby komponenty byli nad zemí. Poté zacouvat a pro další práci jej znovu spustit. V této problematice bude mít nové řešení velké uplatnění. Zařízení je třeba zkonstruovat tak, aby jej obsluha mohla přenastavit pokud možno z traktoru bez nutného vystupování a práce se tak urychlila.

4 KONKURENČNÍ PRODUKTY

Při návrhu nového Kartáčovacího rámu byly nejprve vyhledány konkurenční produkty. Jejich konstrukce a řešená problematika byli prozkoumány.

4.1 Terra-Brush

Zařízení Terra-Brush (Obr. 4) vyrábí německá společnost Wiedenmann. Toto zařízení pracuje na stejném principu a je určeno na stejnou práci jako Kartáčovací rám. Tvary pracovních komponentů jsou shodné, ale jsou k rámu připojeny na pevně, bez možnosti přenastavení jejich výšky, jako u kartáčovacího rámu. Umožňuje také úplné odstranění vidlice s pojezdovými koly a zařízení je tak taženo pouze na pracovních komponentech. (Obr. 5)



Obr. 4- Terra Brush [4]



Obr. 5- zařízení bez pojezdových kol [5]

Umožňuje stejné varianty připojení za traktor. Konstrukce Terra Brush je orientovaná do šířky, což umožní použití pouze dvou pojezdových kol. Obsluha je velmi snadná, změna výšky kol je zajištěna automaticky pomocí hydraulického válce. Před pracovní činností jsou zvednuta pojezdová kola a pracovní komponenty, které jsou umístěny na rámu, klesnou k Zemi. Na zařízení se dají připevnit přídatná křídla (Obr. 6) a pracovní šířka kartáčů může být až 3,95 metru. Cena zařízení s hydraulickým zvedáním a všemi komponenty je dle nabídky 100 000 Kč (více příloha 2.).



Obr. 6- přídatná křídla [6]

4.2 Verti-Comb

Verti-Comb (Obr. 7) od firmy Redexim je prakticky kopie předešlého zařízení Terra Brush. Rozdíl je v rozměrech zařízení a jednotlivých komponentů, dále v použití dvou řad pružin. Tvary pracovních komponentů jsou kromě pružin stejné.



Obr. 7 Verti-Comb [7]

4.3 Verti-Groom

Zařízení Verti-Groom (Obr. 8) vyrábí také firma jako Redexim. Je určeno na stejnou práci jako Kartáčovací rám. Výška pojezdových kol je měněna ručně. Pracovní komponenty jsou také kartáče a pružiny. Kartáče nejsou zalomené a jsou připevněny ke konstrukci, která je zavěšena pomocí řetězů na dvou nosnících. Při práci se využívá

vlastní tíhy kartáčů, protože je rám k povrchu nijak netlačí. Kartáče lze na nosné konstrukci jednoduše našikmit a přeuspořádat. (Obr. 9).



Obr. 8- Verti-Groom [8]



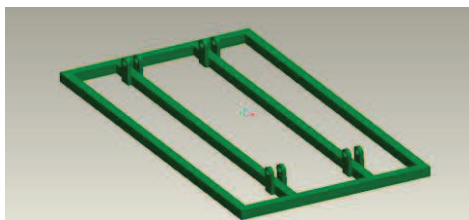
Obr. 9- našikmení kartáčů [9]

5 PRVNÍ VARIANTA NÁVRHU KARTÁČOVACÍHO RÁMU

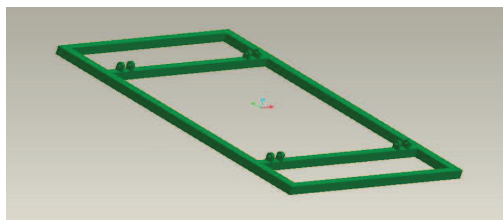
Změna výšky Kartáčovacího rámu je uskutečněna pomocí zdvihacího zařízení a dvou otočných vidlic. Zdvihací zařízení otáčí vidlicemi vůči rámu a pojezdová kola mění svou výšku. Je proveden rozbor jednotlivých dílů navrhovaného řešení.

5.1 Rám

Při tvorbě nového rámu bylo vycházeno ze stejného tvaru a materiálu jako původní řešení. Celé zařízení nesou dvě vidlice, na kterých jsou umístěna pojezdová kola. Vidlice jsou k rámu připojeny čepy. Pro první variantu Kartáčovacího rámu byly vytvořeny dva návrhy rámu. První návrh rámu je na obr. 10, tvoří ho dva podélné nosníky navařené na obdélníkovou konstrukci. K nosníkům navařené držáky, ke kterým se připojí vidlice. Tento návrh umožňuje umístění kol uvnitř rámu nebo vně.



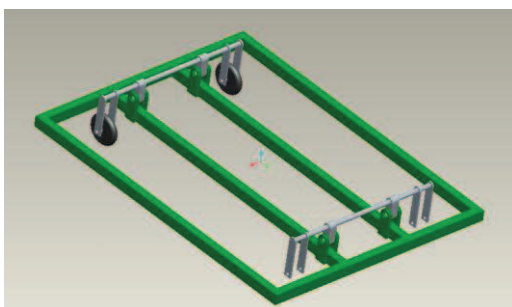
Obr. 10- první návrh rámu



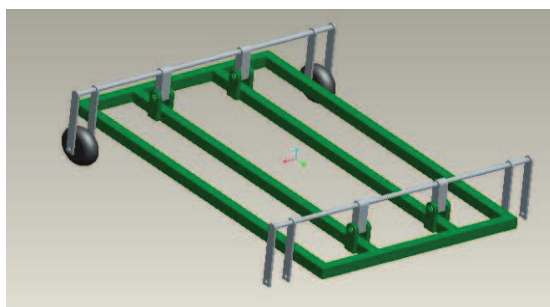
Obr. 11- druhý návrh rámu

Druhý návrh (Obr. 11) neumožňuje umístění kol uvnitř rámu, zato je větší úspora materiálu, lehčí konstrukce a lepší umístění držáků vidlic, které jsou posazeny přímo na příčnicích.

Při volbě rámu musí být nejprve porovnány jednotlivé varianty umístění kol. Tvary vidlic jsou pouze orientační, jsou řešeny dále. Jako první jsou kola uvnitř rámu (Obr. 12). Výhodou je menší šířka zařízení a menší namáhání vidlic. Ovšem nevýhodou je stabilita, možná kolize kol s pracovními komponenty a malý prostor pro přední kola, která musí zatáčet. Druhá varianta, kola umístěná mimo rám (Obr. 13), nijak neomezuje přední kola v zatáčení, stabilita je velká, ale vidlice jsou delší a více namáhané.

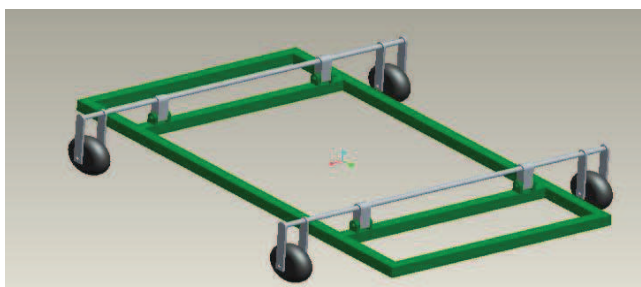


Obr. 12- kola uvnitř rámu



Obr. 13- kola mimo rám

Po rozboru možných řešení byla zvolena varianta umístění kol vně rámu. Pro toto řešení je důležité, aby kola byla co nejblíže k držákům vidlic z důvodu menšího namáhání vidlic na ohyb. Tyto požadavky lépe splňuje druhý návrh rámu (Obr. 11), u kterého je možnost umístění držáků libovolně volitelná. Byl tedy zvolen pro nové řešení Kartáčovacího rámu. Výsledné umístění kol na rámu bude dle obr. 14.

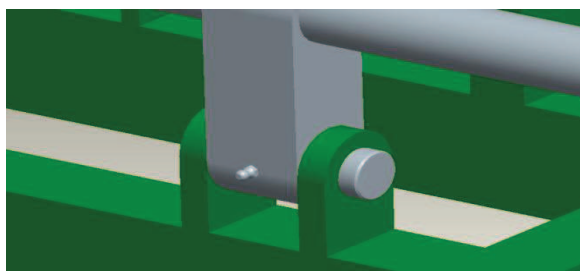


Obr. 14- výsledné umístění kol na rámu

5.2 Vidlice

Váhu celého zařízení nesou dvě vidlice, musí být tedy dostatečně tuhé. Jsou klíčovým komponentem při řešení tohoto úkolu. Zdvihací zařízení je otáčí vůči rámu v držáku, ke kterému jsou připojeny čepy. Vytváří mechanismus, pomocí kterého měníme výšku zařízení. Jsou-li vidlice ve vertikální poloze, je Kartáčovací rám nastaven v maximální

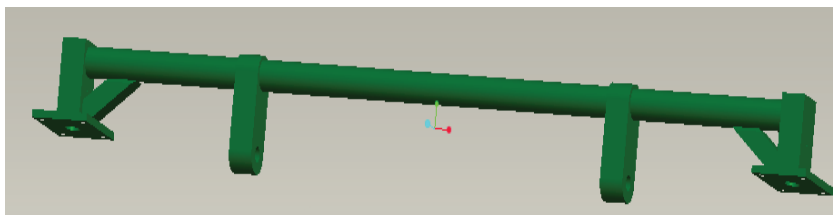
výšce. Při postupném natáčení vidlic se kola zvedají a zařízení klesá. Rychlost otáčení vidlic bude dle rychlosti zdvihacího zařízení. Porovnáním obdobných zařízení a po konzultaci ve firmě bylo rozhodnuto, že není nutné použít ložiska, ani pouzdra. Ve vidlici je pouze otvor pro aplikaci maziva, který je uzavřen mazací hlavicí (Obr. 15). Hlavní nosnou část vidlic tvoří ocelová trubka, ke které jsou navařeny další části. Přední a zadní vidlice by na sobě měli být nezávislé. Při práci se zařízením je nutná možnost, nastavení rozdílné výšky vpředu a vzadu. Přední a zadní vidlice jsou odlišné, budou tedy řešeny zvlášť.



Obr. 15- otvor pro aplikaci maziva

5.2.1 Přední vidlice

Svařená konstrukce přední vidlice je na obr. 16. Nejdůležitější je vyřešit otáčení kol vůči vidlici. Na konci vidlice jsou navařeny držáky, ke kterým se čtyřmi šrouby a maticemi připojí nezávislé otočné konstrukce nesoucí kola.



Obr. 16- přední vidlice

První variantou je, použít z původního Kartáčovacího rámu třmen s axiálním ložiskem (Obr. 17), k němu připojit kolíkem čep s navařenou čtvercovou deskou se čtyřmi otvory pro uchycení k vidlici. Druhá varianta byla zvolena nákup celého komponentu (pojezdového kola s vlastní vidlicí), který jak uchycením, tak rozměry splňuje požadavky (Obr. 18).

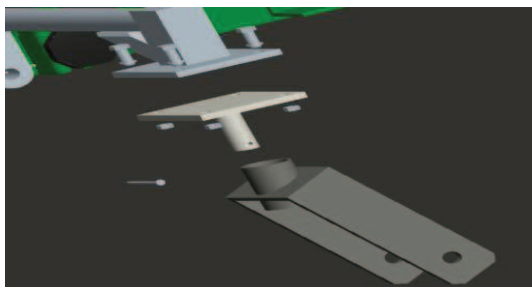


Obr. 17- první varianta zatáčení kol



Obr. 18- druhá varianta zatáčení kol

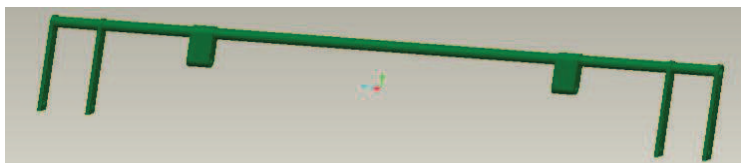
S ohledem na finanční náklady, nenáročnost výroby a kompatibilitosti s původním řešením byla zvolena 1. varianta (Obr. 17). Výsledné uchycení otočného třmenu k přední vidlici dle obr. 19



Obr. 19- uchycení třmenu k přední vidlici

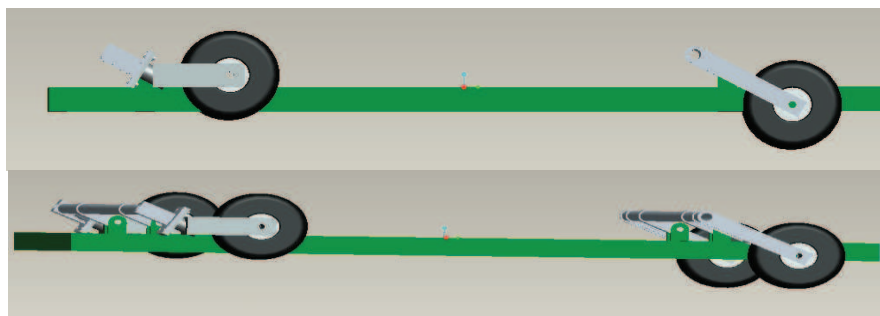
5.2.2 Zadní vidlice

Řešení bude oproti přední vidlici jednodušší, není zde třeba řešit zatáčení kol. Vidlice bude tedy svařena z jednotlivých dílů do jednoho celku. Původní návrh zadní vidlice je na obr. 20.



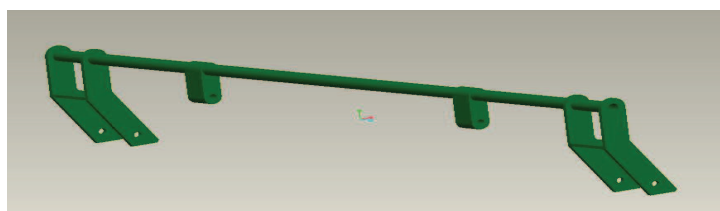
Obr. 20- původní návrh zadní vidlice

Po dalším rozboru a umístění vidlic na rám bylo zjištěno, že tvar zadní vidlice je nevhodný. Chod obou vidlic je rozdílný, při natočení o stejný úhel jsou rozdílné výšky kol. Tento problém je názorně ukázán na obr. 21.



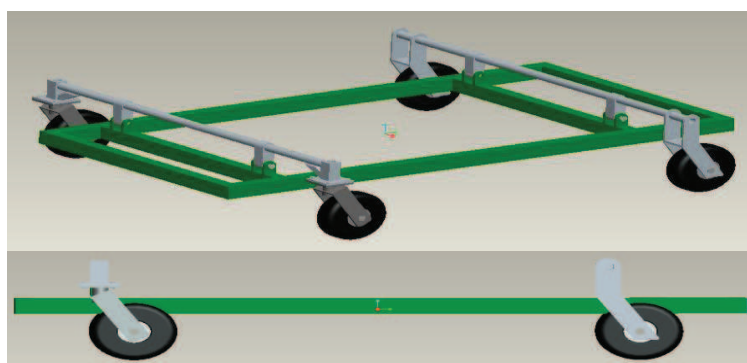
Obr. 21- znázornění rozdílné výšky kol

Tvar zadní vidlice se tedy musí upravit. Bylo zvoleno jednoduché řešení, změnit tvar stojin podle úhlu sklonu předního třmenu, který je 30° (Obr. 22). Z důvodu větší tuhosti jsou mezi jednotlivé stojiny navařeny vzpěry.



Obr. 22- výsledný tvar zadní vidlice

Výsledné umístění vidlic na rám a jejich tvar je na obr. 23. Pojezdová kola budou stejná jako u původního řešení Kartáčovacího rámu.



Obr. 23- umístění vidlic na rámu

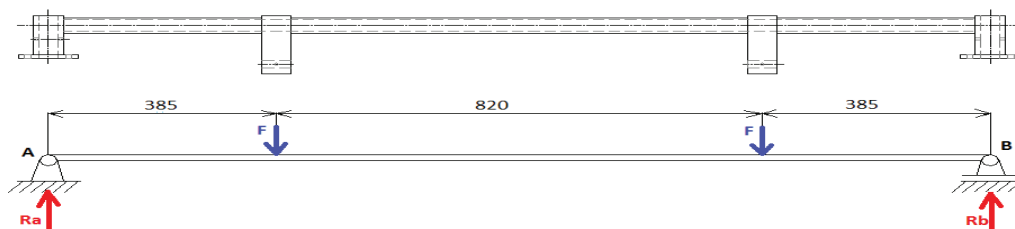
5.3 Výpočet vidlic

Z technologického a ekonomického hlediska byla hlavní nosnou částí vidlic zvolena ocelová bezešvá trubka z oceli 11 500 o průměru 40mm a tloušťce stěny 4mm

(TRØ40x4 - ČSN 42 5715.01 - 11 500). Vidlice jsou namáhány na ohyb a krut, rám s pracovními komponenty je zatěžují a ohýbají směrem dolů. Hmotnost rámu se všemi komponenty je 200 kg, zatížení přední a zadní vidlice je přibližně stejné. Rozměry přední a zadní vidlice se drobně liší, z důvodu jejich rozdílných ukončení. Na přední je navařený držák pro připojení třmenu a na zadní jsou stojiny pro uchycení pojzdového kola. Při zjednodušení vidlic na nosník o dvou podporách, vznikne stejný nosník. Nosnou část vidlic tvoří shodná trubka, vyjdou tedy stejné hodnoty napětí. Bude proveden pevnostní výpočet přední vidlice.

5.3.1 Výpočet maximálního ohybového momentu

Při výpočtech se vidlice uvažuje jako nosník na dvou podporách. (Obr. 24)



Obr. 24- zatížení přední vidlice

Celková síla F_c je tíha rámu. Na vidlice působí v místě připojení k držákům na rámu přibližně stejná síla, tedy $\frac{F_c}{4}$.

$$F_c = m \cdot g = 200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = \underline{\underline{2000 \text{ N}}} \quad (1)$$

$$F = \frac{F_c}{4} = \underline{\underline{500 \text{ N}}} \quad (2)$$

Rovnice statiky:

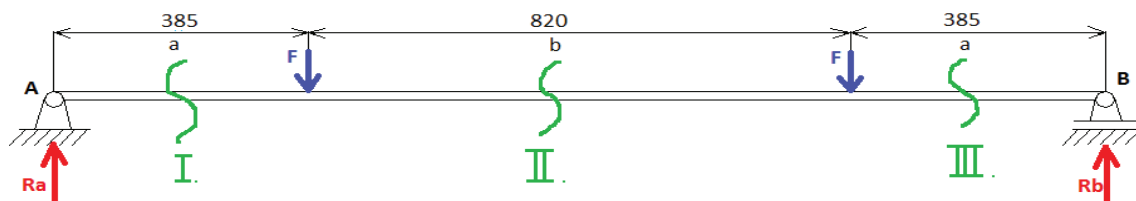
$$R_a + R_b - 2F = 0 \Rightarrow R_b = 2F - R_a = \underline{\underline{500 \text{ N}}} \quad (3)$$

$$\vec{M}_B : R_a \cdot 1590 - F \cdot 1205 - F \cdot 385 = 0 \quad (4)$$

$$R_a \cdot 1590 - F \cdot 1590 = 0$$

$$R_a = F = \underline{\underline{500 \text{ N}}}$$

Při výpočtu průběhu ohybového momentu a tečné síly se nosník rozdělí na 3 části (Obr. 25).



Obr. 25- rozdělení nosníku na části

I. $x \in < 0; a >$

$$T_{1x} = R_a = \underline{\underline{500N}} \quad (5)$$

$$M_{1x} = R_a \cdot x \quad (6)$$

$$M(0) = \underline{\underline{0}}$$

$$M(a) = R_a \cdot a = 500 \cdot 0,385 = \underline{\underline{192,5Nm}}$$

II. $x \in < a; (a + b) >$

$$T_{2x} = R_a - F = \underline{\underline{0}} \quad (7)$$

$$M_{2x} = R_a \cdot x - F \cdot (x - a) \quad (8)$$

$$M(a + \frac{b}{2}) = 500 \cdot 0,795 - 500 \cdot (0,795 - 0,385) = \underline{\underline{192,5Nm}}$$

$$M(a + b) = 500 \cdot 1,205 - 500 \cdot (1,205 - 0,385) = \underline{\underline{192,5Nm}}$$

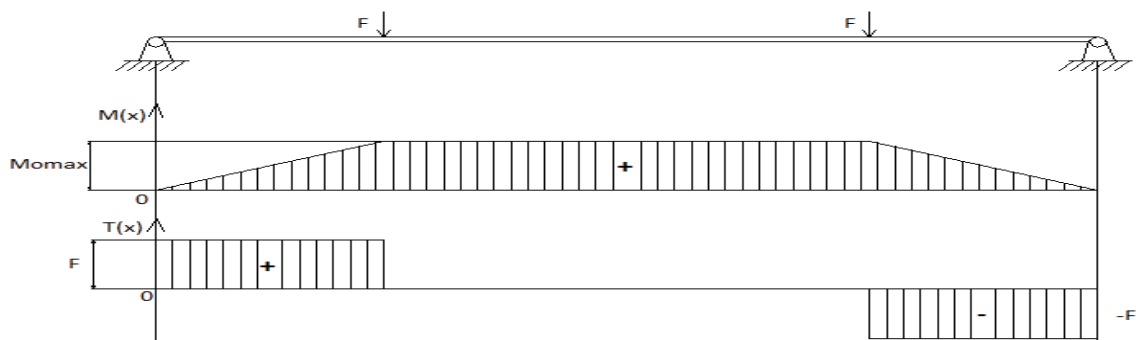
III. $x \in < (a + b); (2a + b) >$

$$T_{3x} = R_a - 2F = \underline{\underline{-500N}} \quad (9)$$

$$M_{3x} = R_a \cdot x - F \cdot (x - a) - F \cdot (x - (a + b)) \quad (10)$$

$$M(2a + b) = 500 \cdot 1,590 - 500 \cdot (1,590 - 0,385) - 500 \cdot (1,590 - (0,385 + 0,820)) = \underline{\underline{0}}$$

Byl zjištěn maximální ohybový moment $M_{OMAX} = 192,5Nm$, pro který bude udělána pevnostní kontrola. Jednotlivé průběhy jsou na obr. 26.



Obr. 26- průběh ohybového momentu a tečné síly

5.3.2 Kontrola na ohyb

$$\sigma_{D_o} \geq \sigma_o \quad (11)$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \quad (12)$$

$$M_o = 192,5 Nm$$

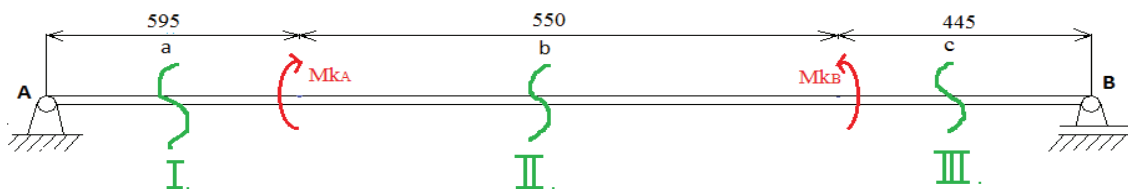
$$W_o = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{32} \cdot \left(1 - \frac{0,032^4}{0,04^4}\right) = \underline{\underline{3,71 \cdot 10^{-6} m^3}} \quad (13)$$

$$\sigma_o = \frac{192,5}{3,71 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{52 MPa}}$$

Dovolené napětí v ohybu σ_{D_o} pro materiál 11 500 a součinitel bezpečnosti 1,5 je 150MPa (Strojnické tabulky). Zvolená trubka vyhovuje.

5.3.3 Výpočet maximálního krouticího momentu

Při výpočtu maximálního krouticího momentu se nosník rozdělí na jednotlivé úseky (Obr. 28). Moment M_{kA} je od zdvihacího zařízení a moment M_{kB} je od spojovací tyče.



Obr. 28- nosník rozdělený na úseky

$$Mk_A = F_1 \cdot l_1 = \underline{\underline{135Nm}} \qquad Mk_B = F_2 \cdot l_2 = \underline{\underline{45Nm}} \qquad (14)$$

$$l_1 = 0,045m$$

$$l_2 = 0,045m$$

$$F_1 = \underline{\underline{3004N}} \quad \text{viz. kap. 7.3.1.}$$

$$F_2 = m_{RAMU/2} \cdot g = 100 \cdot 10 = \underline{\underline{1000N}} \qquad (15)$$

$$W_K = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{16} \cdot \left(1 - \frac{0,032^4}{0,04^4}\right) = \underline{\underline{7,42 \cdot 10^{-6} m^3}} \qquad (16)$$

$$\text{I. } x \in < 0; a >$$

$$Mk_1(x) = 0 \qquad (17)$$

$$\tau_1(x) = 0 \qquad (18)$$

$$\text{II. } x \in < a; a+b >$$

$$Mk_2(x) = Mk_A = \underline{\underline{135Nm}} = \underline{\underline{Mk_{MAX}}} \qquad (19)$$

$$\tau_2(x) = \frac{Mk_2(x)}{Wk} = \frac{135}{7,42 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{18,2MPa}} \qquad (20)$$

$$\text{III. } x \in < a+b; l >$$

$$Mk_3(x) = Mk_A - Mk_B = \underline{\underline{90Nm}} \qquad (21)$$

$$\tau_3(x) = \frac{Mk_3(x)}{Wk} = \frac{45}{7,42 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{12,1MPa}} \qquad (22)$$

5.3.4. Kontrola na krut

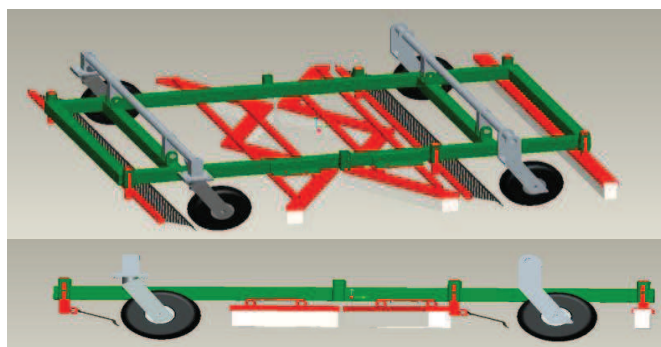
$$\tau_{MAX} = \frac{Mk_{MAX}}{Wk} = \underline{\underline{18,2MPa}} \qquad (23)$$

$$\tau_{MAX} \leq \tau_{DK} \qquad (24)$$

Dovolené napětí v krutu τ_{DK} pro materiál 11 500 a součinitel bezpečnosti 1,5 je 85MPa (Strojnické tabulky). Zvolená trubka vyhovuje.

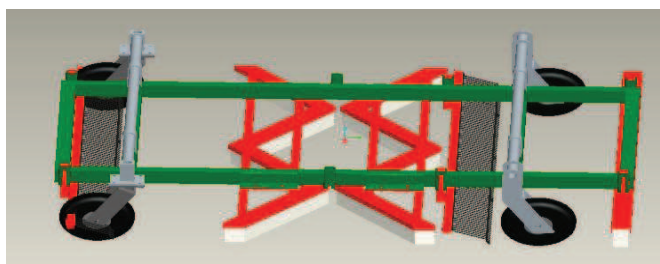
5.4 Rozmístění pracovních komponentů na rámu

Každý pracovní komponent má svou funkci a zařízení pracuje správně, jsou-li komponenty uspořádány podle původního řešení. Úkolem je tedy umístit jednotlivé součásti tak, aby se vše vešlo na rám bez přeuspořádání pracovních komponentů. První návrh umístění komponentů na rám shodný s předchozím řešením svými rozměry je na obr. 29.



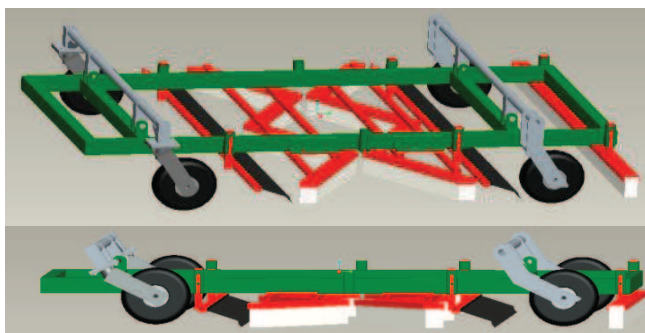
Obr. 29- první návrh rozmístění pracovních komponentů

Toto řešení se nejprve jevilo jako velmi výhodné, rozměry rámu byly s původním shodné, rozmístění komponentů se téměř nezměnilo, pouze přední řada pružin se posunula před přední vidlici. Při práci, jízdě vpřed a změně výšky kol by k žádným problémům nedošlo. Při dalším rozboru se došlo k situaci, když bude zařízení couvat. Zjistilo se, že s tímto řešením couvat nelze. Při couvání se přední kola otočí a dojde ke kolizi s pružinami (Obr. 30). Bylo zjištěno, že není možné umístění všech komponentů na rám o těchto rozměrech.



Obr. 30- kolize kol s pružinami

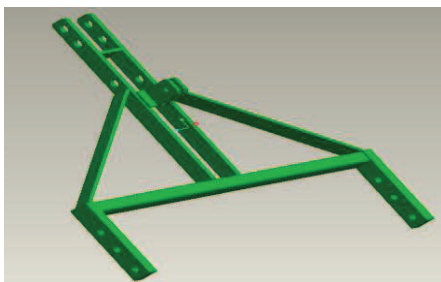
Rám se prodlouží o 20cm a komponenty jsou uspořádány dle obr. 31. Takto řešené zařízení pracuje správně a při jeho rozboru nebyl nalezen žádný problém.



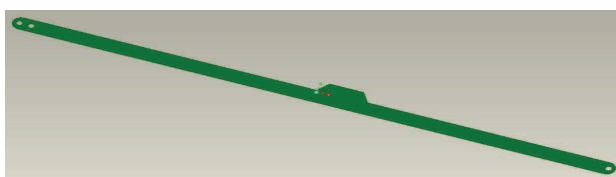
Obr. 31- prodloužený rám

5.5 Realizace variant připojení

Pro připojení předního oje (Obr. 32) se jsou na rám navařeny držáky shodné s původním řešením a oj je k nim připojen šrouby a maticemi.

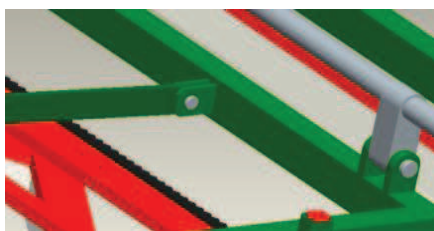


Obr. 32- přední oj



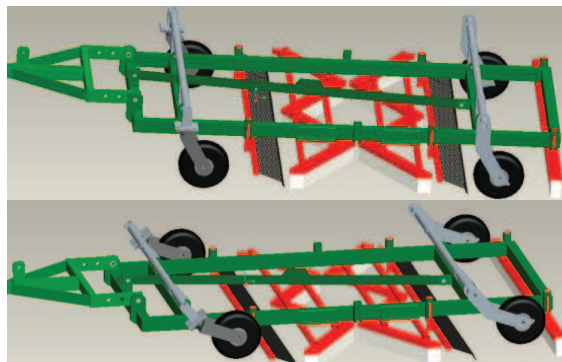
Obr. 33- středová vzpěra

Středová vzpěra (Obr. 33) nemůže být na stejném místě jako u původního řešení. Pokud by zařízení bylo taženo na tříbodové hydraulice, došlo by ke kolizi se zadní vidlicí. Musí se tedy umístit tak, aby do ní žádný z komponentů nenarazil ani v jedné jejich poloze. Přední držák zůstane na stejném místě jako u původního řešení. Zadní držák se v horizontálním směru navaří na zadní příčník (Obr. 34) a vzpěra se k takto umístěným držákům přichytí.



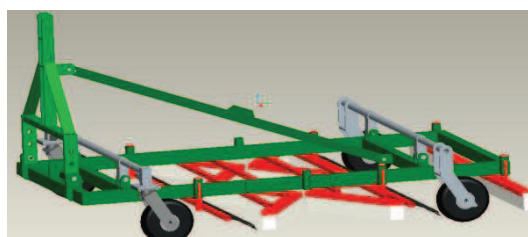
Obr. 34- uchycení vzpěry na zadní příčník

Pokud je zařízení taženo za přívěsovou spojku, oj je v horizontální poloze a vzpěra je přichycena v držácích na rámu (Obr. 35).



Obr. 35 uchycení vzpěry při tažení za přívěsovou spojku

Bude-li taženo za tříbodovou hydrauliku, oj se ve vertikální poloze a vzpěra se vpředu uchytí za držák na oji (Obr. 36). Je tedy třeba do vzpěry vpředu vyvrtat dva otvory, kvůli rozdílným vzdálenostem mezi jednotlivými otvory držáků. Při změně připojení se vzpěra uvolní, poté je podvláknuta pod vidlicemi a znova uchycena. Tímto způsobem zařízení splňuje možnost obou variant připojení za traktor.



Obr. 36- vzpěra při tažení za tříbodovou hydrauliku

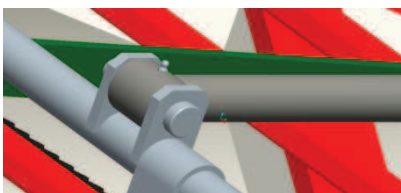
5.6 Nezávislé propojení vidlic

Zařízení musí splňovat možnost nastavení různých úhlů vidlic a tedy rozdílné výšky kol vpředu a vzadu. Z finančních a technologických důvodů nemůže mít každá vidlice své zdvihací zařízení, ale nesmí spolu být spojeny napevno. Při zkoumání této problematiky bylo vytvořeno jednoduché řešení. Jde o spojovací tyč, která je svařena z více dílů (nosné tyče, dvou připojovacích ok, dvou závitových tyčí, jedním pouzdrem s vnitřním závitem a pákou pro snadnější otáčení). K nosné tyči je přivařeno připojovací oko a závitová tyč, která je spojena pouzdrem s druhou závitovou tyčí, na které je také přivařeno oko (Obr. 37).



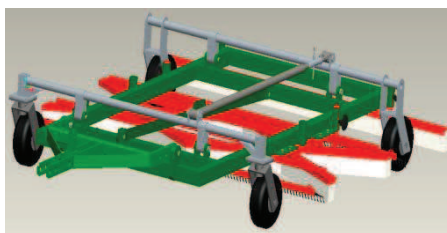
Obr. 37- spojovací tyč

Na jednotlivé vidlice jsou navařeny držáky, do kterých jsou vloženy oka spojovací tyče. Připojovací oka jsou s vidlicemi spojena čepy (Obr. 38). Do ok jsou vyvrtány otvory pro aplikaci maziva, které jsou uzavřeny mazací hlavicí.



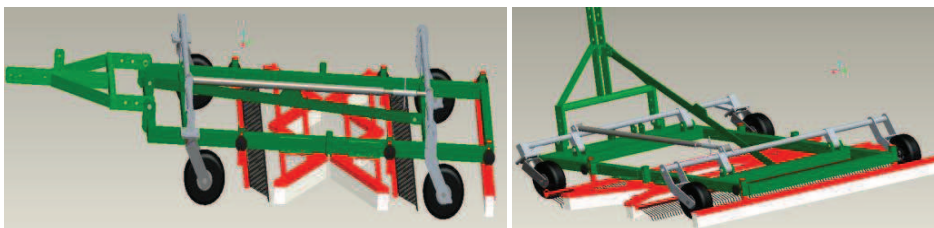
Obr. 38- spojovací tyč připojená k vidlici

Na jedné závitové tyči je pravý a na druhé levý závit. Otáčením pouzdra s vnitřním závitem se mění vzdálenost ok. Měníme tak úhel natočení tedy i výšku pojezdových kol zadní vidlice vůči přední, která je napevno připojena k zdvihacímu zařízení. Na obr. 39 je výsledné umístění spojovací tyče, která není uprostřed vidlic z důvodu kolize se středovou vzpěrou.



Obr. 39- umístění spojovací tyče

První návrh Kartáčovacího rámu bez připojeného zdvihacího zařízení je na obr. 40.



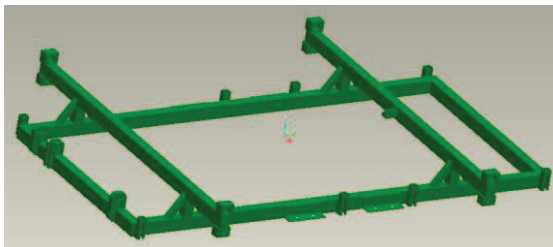
Obr. 40- návrh Kartáčovacího rámu bez připojeného zdvihacího zařízení

6 DRUHÁ VARIANTA NÁVRHU KARTÁČOVACÍHO RÁMU

V druhém návrhu je změna výšky Kartáčovacího rámu uskutečněna pomocí ramen otočné trubky, kterou otáčí zdvihací zařízení. Konstrukce pojezdového kola je s rameny spojena čepy a při natočení otočné trubky se mění výška pojezdových kol. Oproti první variantě je konstrukce pojezdového kola stále ve vertikální poloze. Nedochází tak k natáčení ložiska ve třmenu. Je proveden rozbor jednotlivých dílů navrhovaného řešení.

6.1 Rám

Při tvorbě rámu pro druhou variantu Kartáčovacího rámu bylo také vycházeno ze stejného tvaru a materiálu jako původní řešení, oproti němu je nové řešení rámu je o 30cm delší. Hlavní částí je obdélníková konstrukce, která je svařena z ocelových tenkostěnných profilů, k ní jsou navařeny držáky pracovních komponentů, nosníky a další součásti. Příčné nosníky jsou navařeny nad úroveň hlavní konstrukce, z důvodu vyšší pevnosti k nim byly navařeny boční výztuhy. Návrh rámu pro druhou variantu Kartáčovacího rámu je na obr. 41.

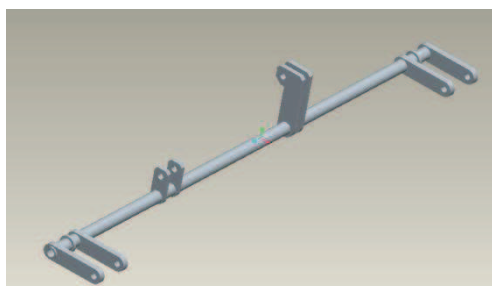


Obr. 41- tvar rámu druhé varianty

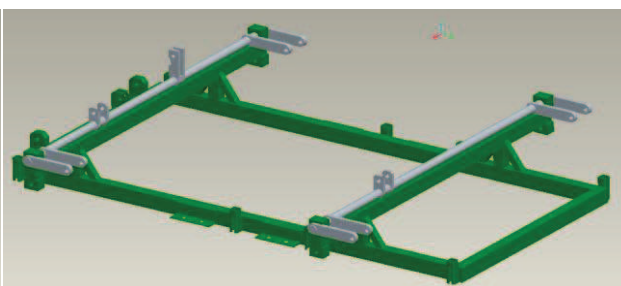
6.2 Otočná trubka

Hlavní konstrukční část tvoří ocelová bezešvá trubka z oceli 11 500 o průměru 40mm a tloušťce stěny 5,6mm, ke které jsou navařena čtyři obdélníková ramena, dva držáky pro připojení dalších komponentů a dvě středící oka (Obr. 42). Tvoří klíčovou část zdvihacího mechanismu, zdvihací zařízení ji otáčí vůči rámu. Přední a zadní otočná trubka jsou tvarově shodné, pouze na zadní není držák pro připojení zdvihacího zařízení. Trubky jsou provléknuty oky na konci příčných nosníků rámu (Obr. 43).

V ocích rámu jsou kluzná ložiska vnější $\varnothing 44\text{mm}$, vnitřní $\varnothing 40\text{mm}$ a šířkou 50mm (více příloha 5).



Obr. 42- otočná trubka



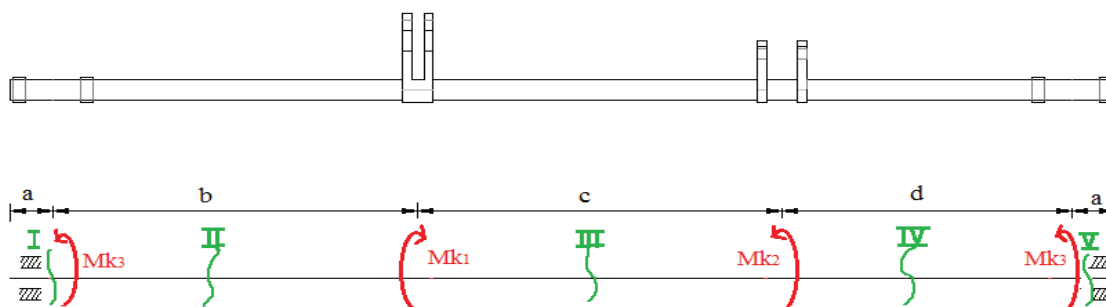
Obr. 43- umístění trubek na rámu

6.3 Kontrolní výpočet otočné trubky

Z technologického a ekonomického hlediska byla hlavní nosnou částí otočných trubek zvolena ocelová bezešvá trubka z oceli 11 500 o průměru 40mm a tloušťce stěny 5,6mm (TR $\varnothing 40 \times 5,6$ - ČSN 42 5715.01 - 11 500). Trubky jsou namáhány na krut. Hmotnost Kartáčovacího rámu se všemi komponenty je 300 kg, zatížení přední a zadní trubky je přibližně stejné.

6.3.1 Výpočet maximálního krouticího momentu

Při výpočtech je otočná trubka zjednodušena na nosník (Obr. 44) a rozdělena do jednotlivých úseků. Moment M_{k1} je od zdvihacího zařízení, moment M_{k2} je od spojovací tyče a moment M_{k3} je od pojezdových kol.



Obr. 44- zjednodušená otočná trubka

$$Mk_1 = F_1 \cdot l_1 = \underline{\underline{740Nm}} \quad Mk_2 = F_2 \cdot l_2 = \underline{\underline{105Nm}} \quad (25)$$

$$l_1 = 0,2m \quad l_2 = 0,07m$$

$$F_1 = \underline{\underline{3700N}} \quad \text{viz. kapitola 7.3.2.} \quad F_2 = m_{RAMU/2} \cdot g = 150 \cdot 10 = \underline{\underline{1500N}} \quad (26)$$

$$Mk_3 = F_3 \cdot l_3 = \underline{\underline{193Nm}} \quad (27)$$

$$l_3 = 0,2565m$$

$$F_3 = m_{RAMU/4} \cdot g = 75 \cdot 10 = \underline{\underline{750N}} \quad (28)$$

$$W_K = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \cdot (1 - \frac{d^4}{D^4}) = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{16} \cdot (1 - \frac{0,0288^4}{0,04^4}) = \underline{\underline{9,1893 \cdot 10^{-6} m^3}} \quad (29)$$

I. $x \in < 0; a >$

$$Mk_1(x) = \underline{\underline{0}} \quad (30)$$

$$\tau_1(x) = \underline{\underline{0}} \quad (31)$$

II. $x \in < a; a + b >$

$$Mk_2(x) = -Mk_3 = \underline{\underline{-193Nm}} \quad (35)$$

$$\tau_2(x) = \frac{Mk_2(x)}{Wk} = \frac{193}{9,189 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{21MPa}} \quad (36)$$

III. $x \in < a + b; a + b + c >$

$$Mk_3(x) = Mk_1 - Mk_3 = \underline{\underline{547Nm}} = \underline{\underline{Mk_{MAX}}} \quad (37)$$

$$\tau_3(x) = \frac{Mk_3(x)}{Wk} = \frac{547}{9,189 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{59,5MPa}} \quad (38)$$

IV. $x \in < a + b + c; a + b + c + d >$

$$Mk_4(x) = Mk_1 - Mk_2 - Mk_3 = \underline{\underline{442Nm}} \quad (39)$$

$$\tau_4(x) = \frac{Mk_4(x)}{Wk} = \frac{442}{9,189 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{48,1MPa}} \quad (40)$$

$$V. \quad x \in \langle a + b + c + d; l \rangle$$

$$Mk_5(x) = Mk_1 - Mk_2 - 2 \cdot Mk_3 = \underline{\underline{249 Nm}} \quad (41)$$

$$\tau_4(x) = \frac{Mk_4(x)}{Wk} = \frac{249}{9,189 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{27,1 MPa}} \quad (42)$$

6.3.2 Kontrola na krut

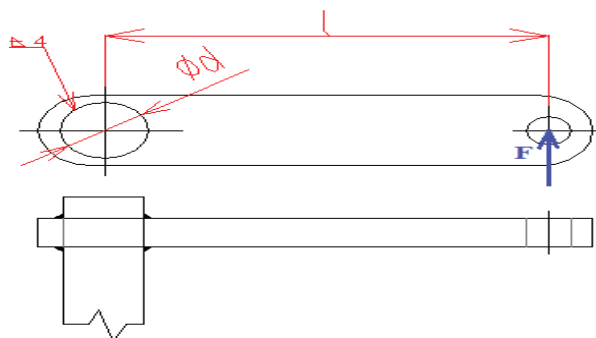
$$\tau_{MAX} = \frac{Mk_{MAX}}{Wk} = \underline{\underline{59,5 MPa}} \quad (43)$$

$$\tau_{MAX} \leq \tau_{DK} \quad (44)$$

Dovolené napětí v krutu τ_{DK} pro materiál 11 500 je 85MPa (Strojnické tabulky).
Zvolená trubka vyhovuje.

6.3.3 Výpočet svaru ramen na otočné trubce

Ramena jsou k otočné trubce přivařena koutovým swarem (Obr. 45), který je namáhán na krut. Na pojezdová kola působí přibližně stejná síla. Každou konstrukci pojezdového kola nesou dvě ramena. Bude proveden pevnostní výpočet.



Obr. 45- schéma koutového svaru ramena

$$Mk = F \cdot l = 287,5 \cdot 0,16 = \underline{\underline{46Nm}} \quad (45)$$

$$F = \frac{m_{\text{RAMU}}}{8} \cdot g = \underline{\underline{287,5N}} \quad (46)$$

$$l = 0,16m$$

$$\tau_{kII} = \frac{Mk}{2Wk} = \frac{46}{2 \cdot 1,124 \cdot 10^{-5}} = \underline{\underline{2MPa}} \quad (47)$$

$$\begin{aligned} Wk &= \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{(d + 2a)^4 - d^4}{d + 2a} \cdot \frac{\pi}{16} = \\ &= \frac{(0,04 + 2 \cdot 0,004)^4 - 0,04^4}{0,04 + 2 \cdot 0,004} \cdot \frac{\pi}{16} = \underline{\underline{1,124 \cdot 10^{-5} m^3}} \end{aligned} \quad (48)$$

$$D = d + 2a$$

$$\tau_{DovII} = \alpha_{\text{II}} \cdot \frac{R_e}{k_p} = 0,65 \cdot \frac{245}{2} = \underline{\underline{80MPa}} \quad (49)$$

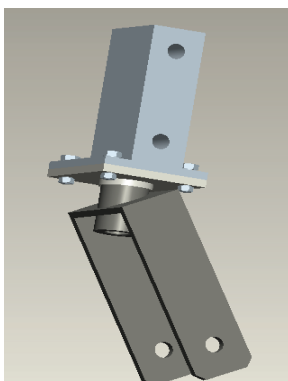
$$\alpha_{\text{II}} = 0,65 \text{ až } 0,9$$

$$\tau_{kII} \leq \tau_{DovII} \quad (50)$$

Zvolený svar vyhovuje.

6.4 Konstrukce pojezdových kol

Jako u první varianty návrhu řešení je použit třmen s axiálním ložiskem z původního Kartáčovacího rámu. K třmenu je kolíkem připojený čep s navařenou čtvercovou deskou se čtyřmi otvory pro uchycení k dalším komponentům. Třmen se čtvercovou deskou je uchycen čtyřmi šrouby k horní přírubě (Obr. 46).

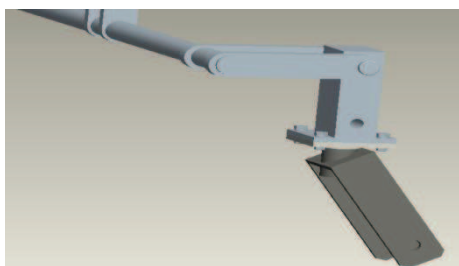


Obr. 46- konstrukce pojezdových kol

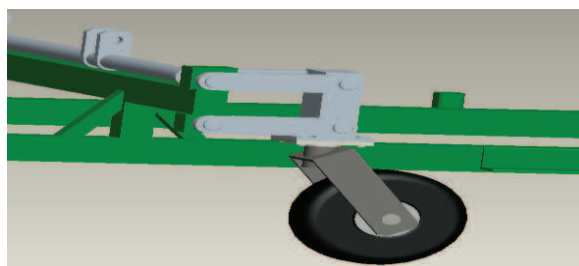
Konstrukce všech čtyř pojezdových kol je stejná. Výhodou je možnost zatáčení zadních kol a jednotná technologie výroby. Zatáčení zadních kol je důležité v případě tažení Kartáčovacího rámu za tříbodovou hydraulikou traktoru (Obr. 3). Po rozboru původního řešení Kartáčovacího rámu a konzultaci ve firmě bylo zjištěno, že pokud zadní kola neumožňují zatáčení, tak se při velké změně směru traktoru smýkají po povrchu. Tímto řešením byl problém odstraněn.

6.5 Zdvihací mechanismus

Zdvihací zařízení připojené k otočné trubce s ní otáčí v ocích rámu. Ramena otočné trubky jsou spojena čepy s přírubou na konstrukci pojezdového kola (Obr. 47). Spodní rameno je spojeno čepy s rámem a druhým otvorem v přírubě. Spojením těchto komponentů vznikne mechanismus (Obr. 48), pomocí kterého je uskutečněna změna výšky Kartáčovacího rámu.



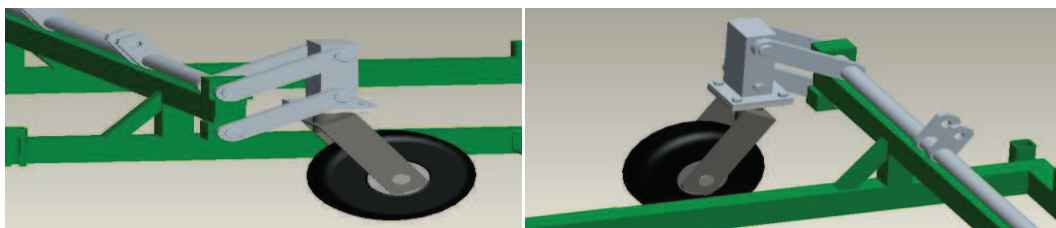
Obr. 47- spojení ramen s přírubou



Obr. 48- zdvihací mechanismus

Pokud jsou ramena otočné trubky v horizontální poloze, je Kartáčovací rám nastaven v maximální výšce. Při postupném natáčení otočné trubky vznikne mezi rameny

rovnoběžník, ramena zvednou konstrukci pojezdového kola a spodní rameno udržuje konstrukci stále ve vertikální poloze (Obr. 49).



Obr. 49 změna výšky pojezdového kola

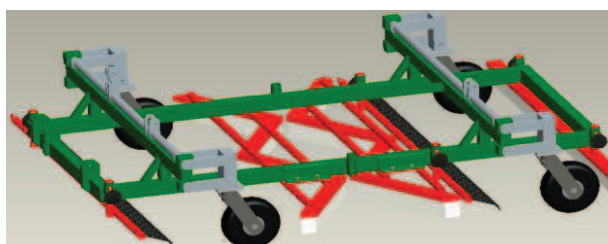
Výsledné umístění všech pojezdových kol a jejich konstrukcí je na obr. 50, při couvání jsou kola natočena dle obr. 51.



Obr. 50- umístění pojezdových kol na rámu Obr. 51- natočení kol při couvání

6.6 Rozmístění pracovních komponentů

U nového návrhu jsou pracovní komponenty uspořádány podle původního řešení, pouze přední řada pružin je umístěna před přední pojezdová kola (Obr. 52).

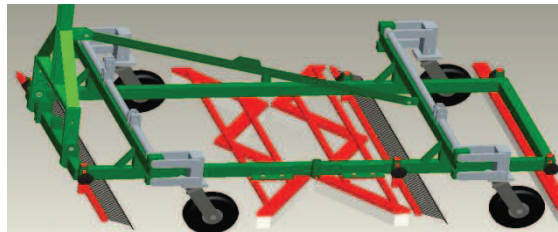
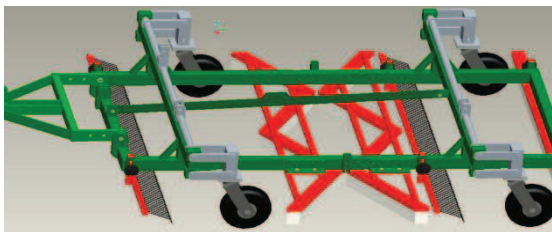


Obr. 52- rozmístění pracovních komponentů

6.7 Realizace variant připojení

Pro připojení předního oje (Obr. 32) jsou na rámu navařeny držáky shodné s původním řešením. Při připojení Kartáčovacího rámu za přívěsovou spojku je středová vzpěra

(Obr. 33) vpředu uchycena za držák shodný s původním řešením a vzadu za držák navařený na příčný nosník (Obr. 53). Pro připojení za tříbodovou hydrauliku je středová vzpěra vpředu uchycena za držák na oji a vzadu za držák na příčném nosníku (Obr. 54).

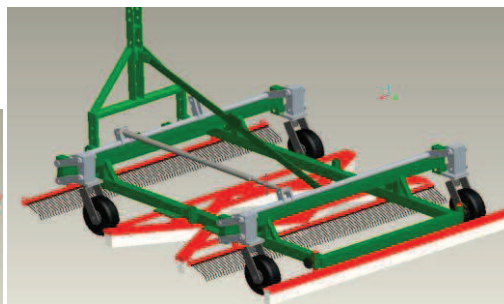
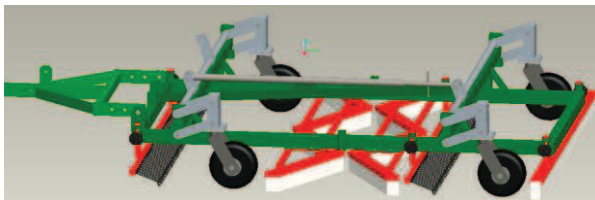


Obr. 53- připojení za přívěsovou spojku

Obr. 54- připojení za tříbodovou hydrauliku

6.8 Nezávislé propojení otočných trubek

Tato problematika byla vyřešena v kapitole 5.6 a pro druhý návrh Kartáčovacího rámu byla použita stejná spojovací tyč. Ukázka změny výšky kol a druhý návrh Kartáčovacího rámu bez připojeného zdvihacího zařízení jsou na obr. 55.



Obr. 55- návrh druhého řešení Kartáčovacího rámu

7 POPIS A VOLBA ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

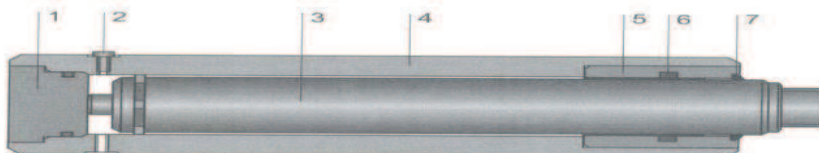
U Kartáčovacího rámu je potřeba dvou variant zdvihacího zařízení. První zařízení bude poháněné hydraulikou a druhé elektrickou energií. Ne všechny traktory mají možnost připojení hydraulických zařízení, mají pouze elektrické zástrčky nebo naopak. Zákazník si sám vybere podle svého obslužného stroje, jaké zdvihací zařízení potřebuje. Běžné traktory mají maximální tlak hydrauliky 150Bar (15MPa), nebo elektrické zástrčky na 12V a 24V. Je tedy třeba vybrat zdvihací zařízení, které tyto požadavky splňují.

7.1 Hydraulické válce

Přeměňují hydraulickou energii na mechanickou, jsou jednočinné nebo dvojčinné hydraulické motory s přímočarým vratným pohybem.

a) jednočinné válce (Obr. 56)

- konají práci jen v jednom směru
- ve styku s tlakovou kapalinou je jen jedna strana pístu

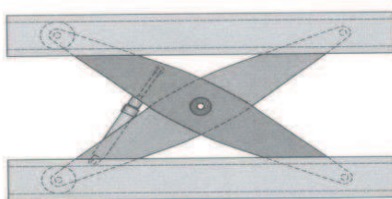


Obr. 56- schéma jednočinného hydraulického válce [10]

1...upínací šroub, 2... odvzdušňovací šroub, 3...pístní tyč, 4...tělo válce, 5...vedení pístní tyče, 6...těsnění, 7...stírací kroužek

Princip: Tlaková kapalina proudí do pracovního prostoru pístu, tam na píst vyvíjí tlak a ten se posouvá vpřed. Zpětný zdvih je způsoben vlastní tíhou pomocí pružiny nebo zátěže. Při tom musí vzniklé zátěžové síly překonat třecí síly ve válci, ventilech a vtlačit tlakovou kapalinu do odtokového potrubí. [10]

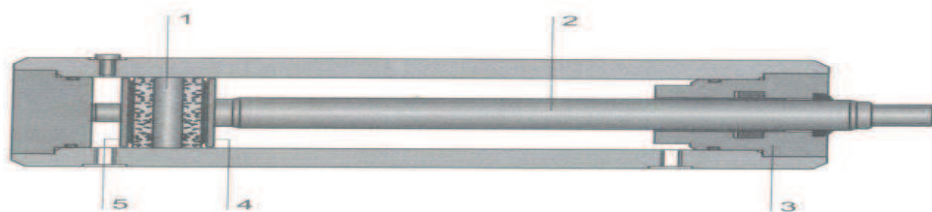
Montáž jednočinných válců může být svislá a vodorovná. U svislé je vratný pohyb pístu dosahován účinkem vnějších sil (Obr. 57), u vodorovné pomocí pružiny.



Obr. 57- svislá montáž válce [10]

b) dvojčinné válce (Obr. 58)

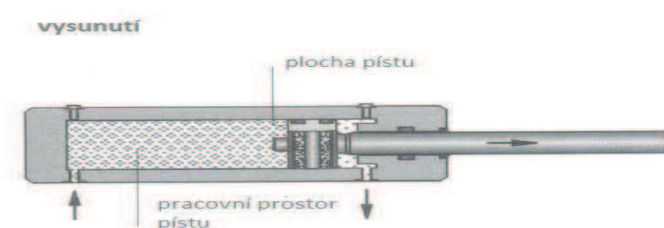
- konají práci v obou směrech
- ve styku s tlakovou kapalinou jsou obě strany pístu



Obr. 58- schéma dvojčinného hydraulického válce [10]

1...píst, 2... pístní tyč, 3...vedení pístní tyče, 4... plocha pístu na straně pístní tyče, 5...plocha pístu

Princip: Pohyb pístu vpřed je na stejném principu jako u jednočinných válců. Při zpětném zdvihu proudí tlaková kapalina do prostoru pístní tyče. Pístní tyč se zasouvá a tlaková kapalina je pístem vytlačena z pracovního prostoru pístu. Na obr. 59 jsou zobrazeny pohyby tlakové kapaliny a pístní tyče.



Obr. 59 a) princip vysunutí pístní tyče [10]

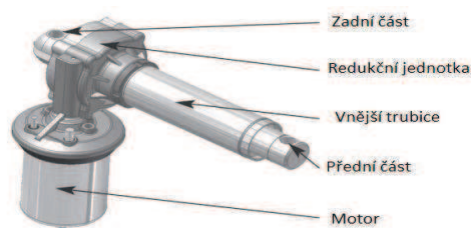


Obr. 59 b) princip zasunutí [10]

Po rozboru vlastností hydraulických válců a požadavků na řešení Kartáčovacího rámu bylo zvoleno použití dvojčinného hydraulického válce. Válec se připojí do hydraulického okruhu traktoru a bude ovládán pákami uvnitř kabiny.

7.2 Elektrické válce

Přímočarý pohyb pístnice je uskutečněn převáděním točivého pohybu motoru prostřednictvím šnekového vřetena. Vřetena mohou mít kluzný nebo kuličkový závit. Elektrický válec s kluzným závitem je samosvorný [11]. Pro řešení Kartáčovacího rámu je nutné, aby zařízení zůstalo v nastavené poloze a nepohybovalo se. Použije se tedy Elektrický válec s kluzným závitem. Popis částí elektrického válce je na obr. 60.



Obr. 60- Popis částí elektrického válce [12]

Elektrické válce se prodávají i s ovládacím zařízením obr. 61, které bude mít obsluha v kabině a pouze si tlačítky nastaví potřebnou výšku.



Obr. 61- elektrický válec s ovládáním [13]

7.3 Výpočet potřebné síly zdvihacího zařízení

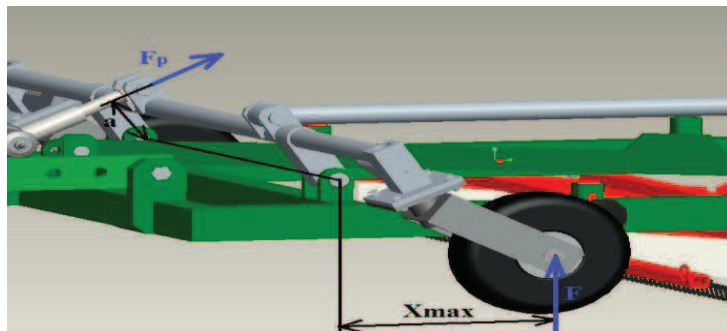
Pro návrh zdvihacího zařízení je potřeba vypočítat sílu, kterou musí zařízení při práci vyvinout a poté zvolit potřebné rozměry. Hmotnost první varianty Kartáčovacího rámu je 250 kg a druhé 300 kg. Zdvihací zařízení musí překonat tíhu celého Kartáčovacího rámu kromě pojezdových kol, která stojí na zemi. Pracovní síla není konstantní, z momentové rovnováhy se vypočítá minimální potřebná síla. Na jedné straně je potřebná síla F_p a na druhé je tíha zařízení. Z 3D modelu jsou odměřeny jednotlivé vzdálenosti sil od osy otáčení. Maximální moment vznikne při největší vzdálenosti osy pojezdového kola a osy otáčení.

Momentová rovnice: $F_C \cdot x_{MAX} = F_p \cdot a$

Pro manipulaci zařízení s Kartáčovacím rámem musí platit $F_p > \frac{F_C \cdot x_{MAX}}{a}$.

7.3.1 Potřebná síla pro první variantu Kartáčovacího rámu

Na obr. 62 jsou zakótovány jednotlivé vzdálenosti sil od osy otáčení.



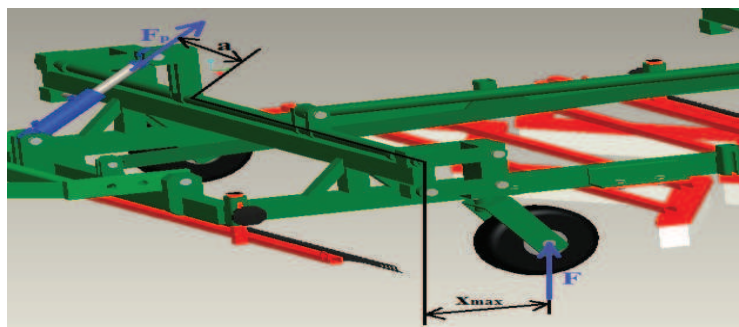
Obr. 62- znázornění sil a jejich vzdáleností od osy otáčení

$$F_p = \frac{F_C \cdot x_{MAX}}{a} = \frac{2400 \cdot 0,1815}{0,145} = \underline{\underline{3004N}} \quad (51)$$

Aby mohlo zdvihací zařízení manipulovat s první variantou Kartáčovacího rámu, musí vyvinout sílu větší než 3004N.

7.3.2 Potřebná síla pro druhou variantu Kartáčovacího rámu

Na obr. 63 jsou zakótovány jednotlivé vzdálenosti sil od osy otáčení.



Obr. 63- znázornění sil a jejich vzdáleností od osy otáčení

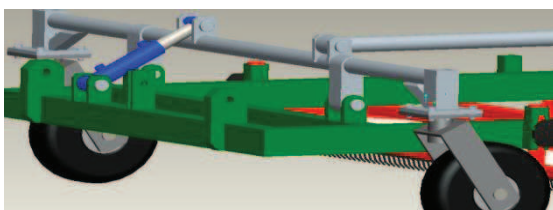
$$F_p = \frac{F_C \cdot x_{MAX}}{a} = \frac{2900 \cdot 0,2565}{0,201} = \underline{\underline{3700N}} \quad (52)$$

Aby mohlo zdvihací zařízení manipulovat s druhou variantou Kartáčovacího rámu, musí vyvinout sílu větší než 3700N.

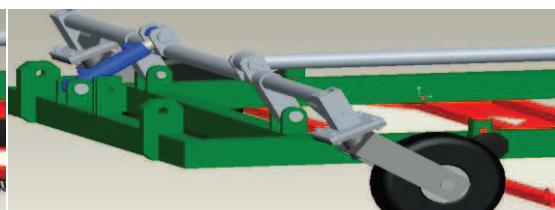
7.4 Umístění zdvihacího zařízení na první variantu Kartáčovacího rámu

Pro uchycení zdvihacího zařízení se navaří jeden držák na vidlici a druhý na rám. Držák na vidlici bude stejný jako pro spojovací tyč, tvar držáku na rámu se upraví podle rozměrů zvoleného zdvihacího zařízení.

Při nastavení Kartáčovacího rámu na maximální výšku (Obr. 64) je pístní tyč zdvihacího zařízení vysunuta na maximální požadovanou délku, při snižování výšky se postupně zasouvá (Obr 65).

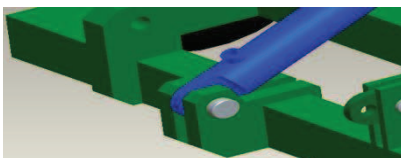


Obr. 64- maximální výška zařízení



Obr. 65- snižování výšky

Po upravení držáku obr. 66 a odměření rozměrů byly zjištěny požadované hodnoty:
346mm- kola jsou na Zemi a pracovní komponenty ve vzduchu (maximální výška)
280mm- kola jsou ve stejné výšce jako pracovní komponenty
252mm- kola jsou ve vzduchu a pracovní komponenty na Zemi (minimální výška)



Obr. 66- upravený držák válce

Pro tyto požadavky bude vybrán hydraulický válec z nabídky prodejců.

7.4.1 Volba hydraulického válce

Pro první řešení Kartáčovacího rámu byl vybrán dvojčinný hydraulický válec (Obr. 67) s označením HM1 40/22/100 (40mm pracovní průměr pístu, 22mm průměr pístní tyče, 100mm zdvih) a jeho rozměry jsou uvedeny v tab. 1 [14]. Délka válce se zasunutým pístem je 252mm a maximální délka je 352mm. Cena je 3056 Kč. [15]

Tab. 1 tabulka rozměrů hydraulických válců [14]
$$p_p = \frac{F_p}{S} = \frac{F_p}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} = \frac{3004}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}} = \underline{\underline{2.39 \text{ MPa}}} \quad (53)$$

$$p_p < p_i \quad (54)$$



A 3D CAD model of a mechanical linkage system. It features a green frame structure with grey cylindrical components and blue joints. A black wheel is visible on the left side, and a red chain is on the right. The model is shown in a perspective view.

Obr. 68- výsledné uchycení hydraulického válce

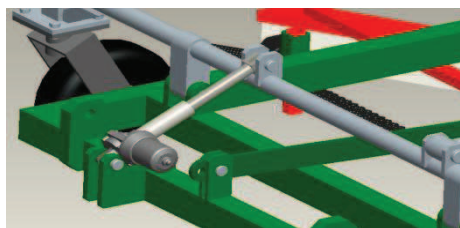
7.4.2 Volba elektrického válce

Z nabídky prodeječů byl zvolen elektrický válec s označením ALI3 (Obr. 69) [16], který svými rozměry a vlastnostmi splňuje požadavky (více příloha 4). Minimální délka elektrického válce je 262mm a zdvih 150mm. Maximální pracovní síla je 5000N. Cena

je 11750Kč. Oproti řešení s hydraulickým válcem bude uchycení elektrického válce na rám upraveno. Výsledné uchycení na Kartáčovací rám obr. 70.



Obr. 69- zvolený elektrický válec [16]



Obr. 70- uchycení elektrického válce

Po odměření byly zjištěny hodnoty:

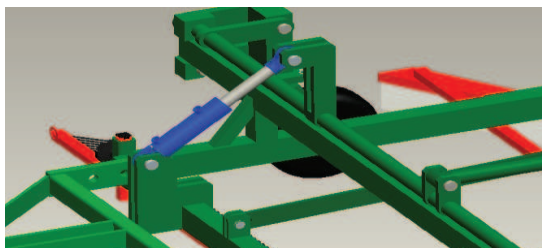
356mm- kola jsou na Zemi a pracovní komponenty ve vzduchu (maximální výška)

290mm- kola jsou ve stejné výšce jako pracovní komponenty

262mm- kola jsou ve vzduchu a pracovní komponenty na Zemi (minimální výška)

7.5 Umístění zdvihacího zařízení na druhou variantu Kartáčovacího rámu

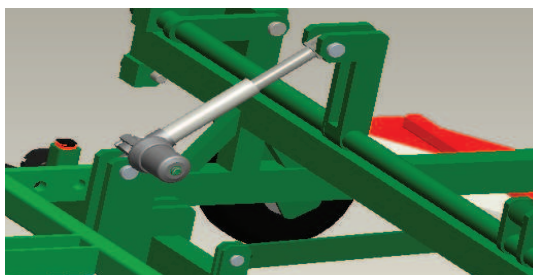
Pro uchycení zdvihacího zařízení je jeden držák navařen na přední otočné trubce a druhý na rámu (Obr. 71).



Obr. 71 uchycení zdvihacího zařízení

7.5.1 Volba elektrického válce

Pro druhou variantu Kartáčovacího rámu byl zvolen stejný elektrický válec jako u první varianty (Obr. 69) [16]. Minimální délka zvoleného elektrického válce je 262mm a zdvih 150mm. Výsledné uchycení na Kartáčovací rám obr. 72. Minimální potřebná síla pro manipulaci s Kartáčovacím rámem je 3700N.



Obr. 72- uchycení elektrického válce

Po odměření rozměrů byly zjištěny požadované hodnoty:

410mm- kola jsou na Zemi a pracovní komponenty ve vzduchu (Maximální výška)

294mm- kola jsou ve stejné výšce jako pracovní komponenty

262mm- kola jsou ve vzduchu a pracovní komponenty na Zemi (Minimální výška)

7.5.2 Volba hydraulického válce

Výše uvedeným rozměrům neodpovídá žádný standardní válec z nabídky prodejců.

Upraví se tedy rozměry držáků a bude přepočítána potřebná síla pro manipulaci s Kartáčovacím rámem. Hydraulický válec je schopen vyvinout větší sílu než elektrický.

Potřebná síla se vypočítá stejně jako v kapitole 7.3.2, pouze bude jiná vzdálenost osy pístu od osy otáčení (Obr. 63)

$$F_p = \frac{F_C \cdot x_{MAX}}{a} = \frac{2900 \cdot 0,2565}{0,1452} = \underline{\underline{5123N}} \quad (55)$$

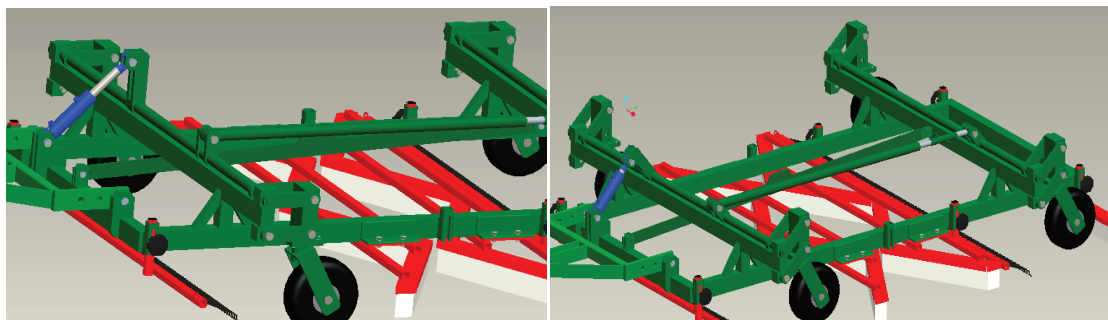
Potřebný tlak hydraulického válce

$$p_p = \frac{F_p}{S} = \frac{F_p}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} = \frac{5123}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}} = \underline{\underline{4,1 MPa}} \quad (56)$$

$$p_p < p_j \quad (57)$$

Pro druhé řešení Kartáčovacího rámu byl vybrán hydraulický válec (Obr. 67) s označením HM1 40/22/125 (40mm pracovní průměr pístu, 22mm průměr pístní tyče, 125mm zdvih) a jeho rozměry jsou uvedeny v tab. 1 [14]. Délka válce se zasunutým

pístem je 277mm a maximální délka je 402mm. Určen pro tlak do 16MPa. Cena je 3212 Kč [17]. Chod hydraulického válce je na obr. 73.



Obr. 73- ukázka přenastavení výšky druhé varianty Kartáčovacího rámu

Po odměření rozměrů byly zjištěny požadované hodnoty:

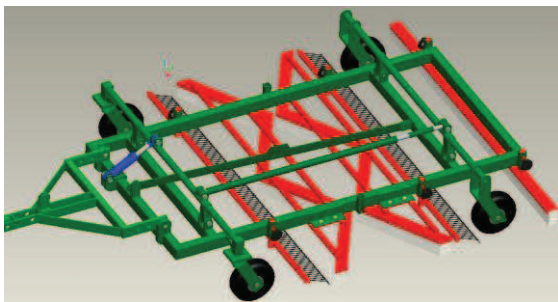
400mm- kola jsou na Zemi a pracovní komponenty ve vzduchu (Maximální výška)

309mm- kola jsou ve stejné výšce jako pracovní komponenty

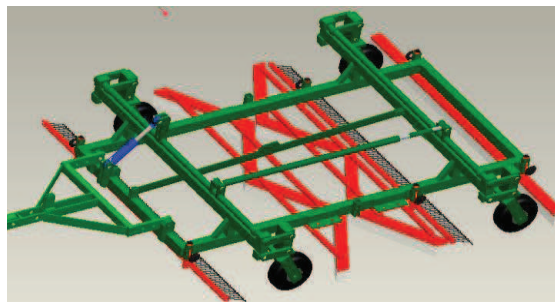
277mm- kola jsou ve vzduchu a pracovní komponenty na Zemi (Minimální výška)

8 VOLBA VARIANTY KARTÁČOVACÍHO RÁMU

Po návržení variant bylo řešení předáno do firmy a provedl se rozbor. Technologie výroby obou řešení není náročná, firma si všechny nově navržené komponenty vyrobí sama. Nakupovat se bude pouze zdvihací zařízení. Po rozboru byl u první varianty (Obr. 74) zjištěn možný problém se zatáčením předních kol. Při sklápění vidlic a natočení třmenu s ložiskem (Obr. 65) zatáčení kol ztěžkne a musí se vyvinout větší síla k zatočení. U druhé varianty je třmen s ložiskem stále ve vertikální poloze a k tomuto problému dojít nemůže. Jiný technologický nebo konstrukční problém nebyl nalezen a pro nové řešení Kartáčovacího rámu byla zvolena druhá varianta navrženého řešení (Obr. 75). Z ekonomického i technologického hlediska je lepší Kartáčovací rám s hydraulickým válcem. Navržený hydraulický válec je oproti elektrickému o 8750Kč levnější a má lepší vlastnosti.



Obr. 74- první varianta



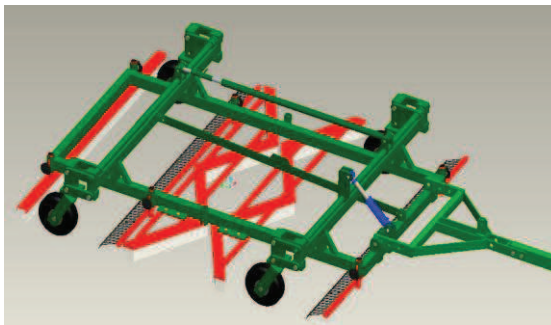
Obr. 75- druhá varianta

9 POROVNÁNÍ PŮVODNÍHO A NOVĚ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

Nové řešení je vyrobeno ze stejných materiálů a polotovarů jako původní Kartáčovací rám i pracovní komponenty jsou shodné. Změna proběhla hlavně v konstrukci rámu a nastavení výšky zařízení. Nový rám je o 30cm delší a celé zařízení je přibližně o 70kg těžší. Obsluha nového Kartáčovacího rámu je velmi snadná, přenastavení výšky je uskutečňováno pomocí ovladače nebo pák přímo z traktoru, bez nutného vystupování. Práce je tak urychlena a jsou odstraněny manuálně náročné činnosti. Díky možnosti zatáčení zadních kol byl odstraněn problém s jejich smýkáním po povrchu při tažení na tříbodové hydraulice traktoru.



Obr. 76- původní Kartáčovací rám



Obr. 77- nový Kartáčovací rám

10 ZÁVĚR

Po prozkoumání původního řešení a konkurenčních produktů, byly navrženy dvě varianty nového Kartáčovacího a byl proveden rozbor jednotlivých nově navržených dílů. U obou variant Kartáčovacího rámu byly provedeny pevnostní výpočty nejvíce namáhaných součástí. Poté byly popsány a navrženy dva druhy zdvihacího zařízení. Cílem této práce bylo zautomatizovat obsluhu Kartáčovacího rámu s přihlédnutím na snadnou ovladatelnost, cenu a technologii výroby, což se povedlo. Bylo odstraněno manuální přenastavování výšky pojezdových kol, které je nyní uskutečněno pomocí hydraulického nebo elektrického válce. Nově navržené díly jsou jednoduché a firma si je vyrobí sama, nakupovat se bude pouze zdvihací zařízení. Řešení bylo předáno do firmy, kde bude vyroben prototyp a bude provedeno testování. Při testování budou zjištěny možné nedostatky a ukáže se, zda je možné toto zařízení dále vyrábět a prodávat. Výsledky této práce se dají použít u různých konstrukčních řešení, kde je potřeba automatická změna výšky zařízení nebo podvozku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ITTEC spol. s.r.o.: Údržba umělých povrchů. [online]. Říčany ČR [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <http://www.ittec.cz/fotbal/stroje-pro-umele-povrchy>
- [2] EUROGREEN CZ s.r.o. Kartáčovací rám. Jiřetín pod Jedlovou. [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: http://www.eurogreen.cz/novinky/_pdf/EUROGREEN-kartacovaci-ram.pdf
- [3] EUROGREEN CZ s.r.o. Kartáčovací rám. [online]. Jiřetín pod Jedlovou [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <http://www.eurogreen.cz/produkty/pomucky-pro-umele-travniky/kartacovaci-ram.php>
- [4] Balmers Garden Machinery: Wiedenmann Terra Brush. [online]. Burnley [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.balmersgm.com/machinery/item/1426/Wiedenmann>
- [5] Powercut: Wiedenmann Terra Brush. [online]. Carmarthen [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.powercut.co.uk/wiedenmann-terra-brush.html>
- [6] Gemac: WIEDENMANN Rasen-Regeneration. [online]. Büron [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.gemac.ch/index.php?nav=11>
- [7] Redexim Turf Products: Verti-Comb. [online]. Missouri [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: http://redeximturfproducts.com/?page_id=3&shopp_pid=45
- [8] Burdens Group: Verti-Brush. [online]. Sutterton [cit. 2012-4-20]. Dostupné z: <http://www.burdens-online.com/238D/GolfAndTurf/ArtificialTurf.aspx>
- [9] A.R. Mower & Supply Ltd. [online]. Vantage Way, Delta, BC, Canada [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <http://www.armower.com/gallery/>
- [10] SPS Levice. [online]. Levice, Slovensko [cit. 2012-04-3]. Dostupné z: http://www.spslevice.sk/files/Hydraulicke_valce.pdf
- [11] Festo: Elektrické válce s pístnicí DNCE. [online]. 2008 [cit. 2012-04-3]. Dostupné z: http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_CS/PDF/CZ/DNCE_CZ.PDF
- [12] MecVel srl: Electromechanical Actuator. [online]. Bologna Itali [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.mecvel.de/public/backoffice/allegati/ADC-ALI3,59-ALI3.pdf>

[13] RS Components Sp. z o.o.: Zdvihač válec Easy3. [online]. Warszawa Polsko [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://cz.rs-online.com/web/p/elektricke-linearni-ovladace/4120805/>

[14] ELO: Hydraulické válce. [online]. Žamberk ČR [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.loziska.com/store/valce.pdf>

[15] ARKOV, spol. s r.o.: Válec hydraulický dvoučinný. [online]. Slatiňany ČR [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://zbozi.arkov.cz/i/112950-hm12-4022100-111a111-valec-hydraulicky-dvoucinny-160barvstup-tlaku-v-rovine-kyvani.html>

[16] RAVEO s.r.o.: DC aktuátor ALI3. [online]. Otrokovice ČR [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: <http://raveo.cz/stejnosemny-aktuator-ali3>

[17] ARKOV, spol. s r.o.: Válec hydraulický dvoučinný. [online]. Slatiňany ČR [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://zbozi.arkov.cz/i/112952-hm12-4022125-111a111-valec-hydraulicky-dvoucinny-160barvstup-tlaku-v-rovine-kyvani.html>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1- katalog Kartáčovacího rámu (2 listy)

Příloha 2- cenová nabídla zařízení Terra-Brush

Příloha 3- tabulka rozměrů hydraulických válců ELO

Příloha 4- specifikace elektrického válce ALI3

Příloha 5- katalog SKF kluzných ložisek

Příloha 6- výkres rámu (formát A2)

Příloha 7- výrobní výkres držáku hydraulického válce na rámu (formát A4)

Příloha 8- výrobní výkres držáku elektrického válce na rámu (formát A4)

Příloha 9- výkres otočné trubky (formát A2)

Příloha 10- výrobní výkres držáku hydraulického válce na otočné trubce (formát A4)

Příloha 11- výrobní výkres držáku elektrického válce na otočné trubce (formát A4)

Příloha 12- výrobní výkres držáku spojovací tyče (formát A4)

Příloha 13- výrobní výkres dolního ramene (formát A4)

Příloha 14- výkres příruby pojezdového kola (formát A3)

Příloha 15- výkres čepu (formát A3)

Příloha 16- výkres spojovací tyče (formát A3)

Příloha 17- výkres pouzdra (formát A4)

Příloha 18- výkres sestavy (formát A2, 3 listy)

Kartáčovací rám

***Pro umělé povrchy
i přírodní trávník***



EUROGREEN CZ s.r.o.
Náměstí Jiřího 2
407 56 Jířetín pod Jedlovou

www.eurogreen.cz

EUROGREEN
Grass-Systems
**EXPERT PRO
TRÁVNÍK**

EUROGREEN KARTÁČOVACÍ RÁM

Údržba umělých trávníků všech generací

• Víceúčelové použití • Kvalitní robustní konstrukce • Dvě varianty připojení •

Zadní tříbodová hydraulika kat. 1



Přívěsová spojka s kulovou hlavou



Provzdušnění v živém trávníku



Detail výškově stavitelného držáku pružin



Kartáčovací rám je určen pro periodickou údržbu

- Narovnání umělých vláken trávy
- Rovnoměrné rozptýlení granulátu v ploše
- Zpracování nového vstupu do trávníku
- Odstranění hrubých nečistot z plochy
- Možnost využití na živém trávníku
- Zpracování písku v živém trávníku
- Provzdušnění v živém trávníku (vertikace)
- Zamykání aerifikačních zátek v živém trávníku

Technické parametry

- Olovná výškově stavitelná pojízdomá kola
- Výškově stavitelné řady pružin
- Možnost doobjednání třetí řady pružin
- Dvě řady zalomených kartáčů
- Výškově stavitelný zadní kartáč

Pracovní šířka:	1920 mm	1500 mm
Hmotnost:	230 kg	215 kg
Objednací číslo:	8990 011	8990 012

EUROGREEN CZ s.r.o.
Náměstí Jiřího 2
407 56 Jiretín pod Jedlovou

www.eurogreen.cz
tel.: +420 412 379 115
fax: +420 412 379 115



PŘÍLOHA 2

PEKASS

zemědělská, komunální a silniční technika

Přátelství 987, Praha 10 - Uhřetěves, 104 00

tel.: +420 272 705 789 * tel./fax.: +420 272 705 910

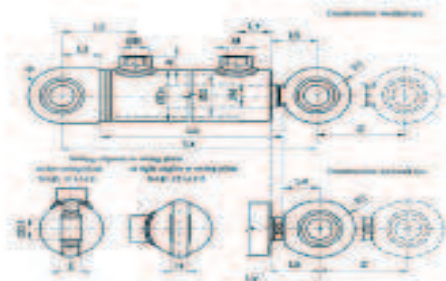
mobili: +420 775 599 671 * e-mail: david.prochazka@pekass.eu * web: www.pekass.eu

	Obj. číslo		Cena €
		TERRA BRUSH Tažený multifunkční kartáč pro úpravu golfových hřišť, travnatých sportovních ploch nebo sportovních ploch s umělých povrchů.	
Vyberte základní jednotku		<u>Základní jednotka</u> TERRA BRUSH 1,85 m pracovní šířka, Diagonální uspořádání jednotlivých kartáčů	
	508 00 40	<u>V základu je bez štětín</u>	22.400,-
	122 65 03	Speciální štětiny : pro hřiště, travnaté plochy a umělé sportovní povrchy	20.300,-
	122 65 06	Traktory s 3-bodovým závěsem	14.200,-
	122 65 01	Tažená verze, elektrické zvedání 12 V 2 speciální kola 18/5	61.200,-
	122 65 02	Tažená verze hydraulické zvedání 2 speciální kola 18/5	43.600,-

PŘÍLOHA 3



Divišova 1520 Tel.: 465 612090, 465 613280
Zámberk 564 01 Fax.: 465 613280
e-mail: elo@loziska.com www.loziska.com



D	d	Dv	Z	Ls	Lo	L1	L2	L3	L4	L5	H	E	D1	M	B	A	R	Označení
40	22	50	63 90 100 125 160 200 250 320 400	215 232 252 277 312 352 402 472 552	158 175 195 220 255 295 345 415 495													HM1 40/22/63 HM1 40/22/90 HM1 40/22/100 HM1 40/22/125 HM1 40/22/160 HM1 40/22/200 HM1 40/22/250 HM1 40/22/320 HM1 40/22/400
50	25	62	80 100 125 160 200 250 320 400 500 630	257 277 302 337 377 427 497 577 677 807	175 195 220 255 295 345 415 495 595 725													HM1 50/25/80 HM1 50/25/100 HM1 50/25/125 HM1 50/25/160 HM1 50/25/200 HM1 50/25/250 HM1 50/25/320 HM1 50/25/400 HM1 50/25/500 HM1 50/25/630
63	32	77	100 125 160 200 250 320 400 500 630 800	285 310 345 385 435 505 585 685 815 985	195 220 255 295 345 415 495 595 725 895													HM1 63/32/100 HM1 63/32/125 HM1 63/32/160 HM1 63/32/200 HM1 63/32/250 HM1 63/32/320 HM1 63/32/400 HM1 63/32/500 HM1 63/32/630 HM1 63/32/800
80	40	96	100 125 160 200 250 320 400 500 630 800 980	305 330 365 405 455 525 605 705 835 1005 1185	220 255 280 320 370 440 520 620 750 920 1020													HM1 80/40/100 HM1 80/40/125 HM1 80/40/160 HM1 80/40/200 HM1 80/40/250 HM1 80/40/320 HM1 80/40/400 HM1 80/40/500 HM1 80/40/630 HM1 80/40/800 HM1 80/40/980

DC aktuátor ALI3

ALI3



Max síla: 5000 N

Max rychlost: 35 mm/s

Posuv: až 700 mm

stejnosměrný motor 12 - 24 - 36 VDC

asynchronní motor 1fázový/3 fázový

- * šnekový převod

- * trapézový nebo kuličkový šroub

- * pochromované kovové tělo (nerezové na
poptávku)

- * permanentní mazivo

- * IP 65 pro DC verze

- * IP 55 pro AC verze

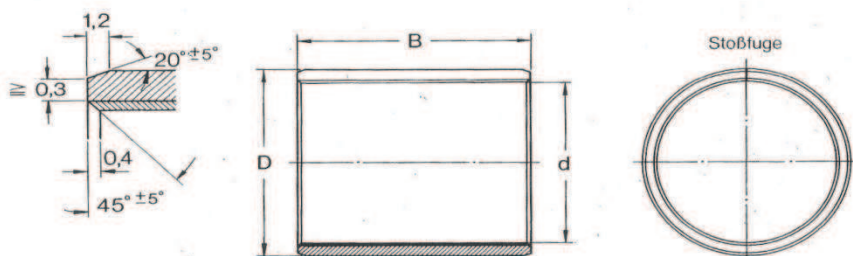
- * pracovní teplota -10°C +60°C

- * enkodér, koncové snímače

- * bezpečnostní matice

- * certifikát Ex II 3 D T4

PŘÍLOHA 5

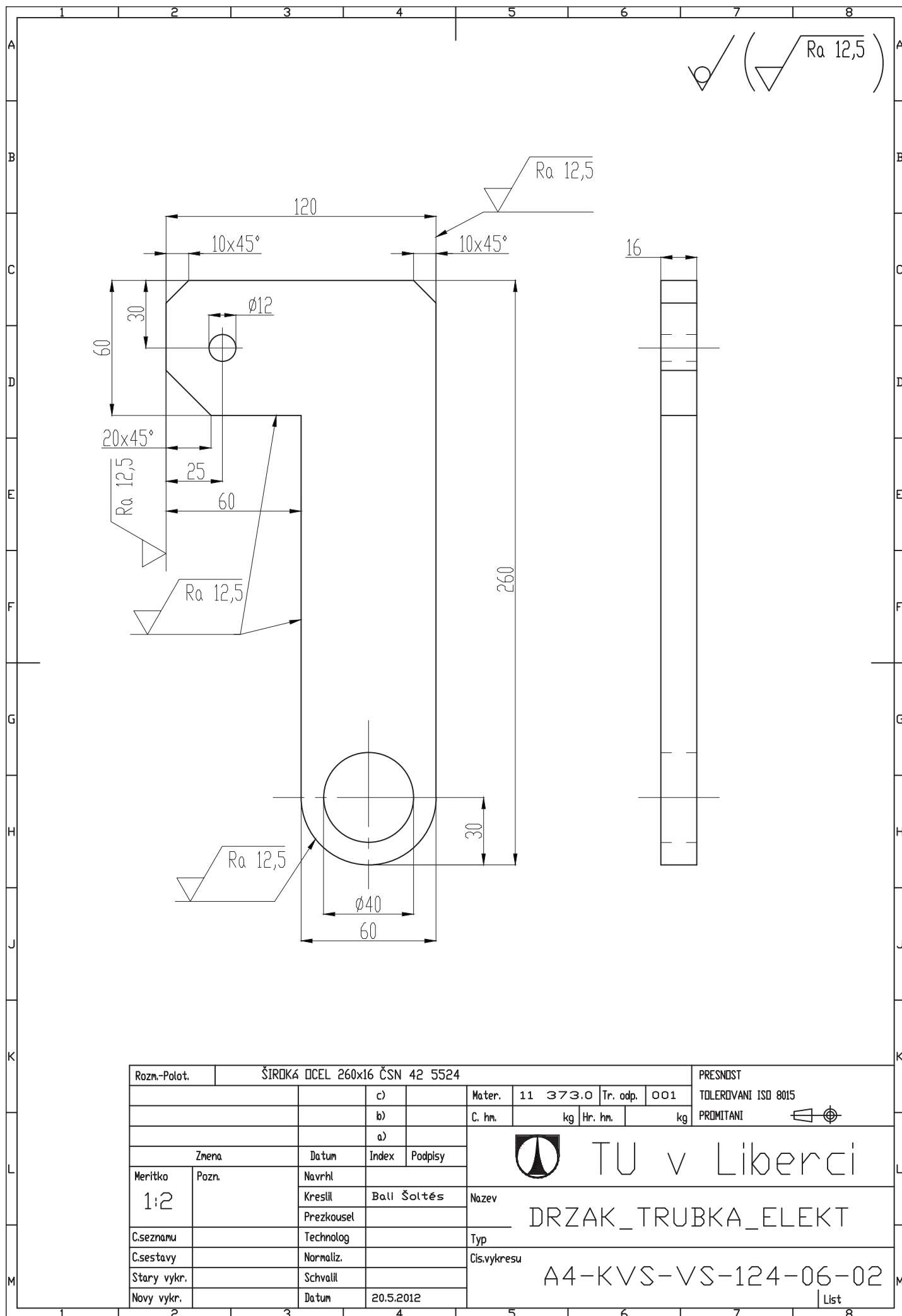


Abmessungen			Tragzahlen		stat. C ₀	Gewicht		Kurzzeichen	
d	D	B	dyn. C	Ausführung F		Ausführung F	A	Ausführung F	A
mm			N			g		-	
24	27	15	27 500	-	85 000	13	-	GLY.PG 242715 F	-
	27	20	36 500	55 000	116 000	18	15	GLY.PG 242720 F	GLY.PG 242720 A
	27	25	46 500	-	146 000	22	-	GLY.PG 242725 F	-
	27	30	56 000	-	176 000	26	-	GLY.PG 242730 F	-
25	28	15	28 500	42 500	88 000	14	12	GLY.PG 252815 F	GLY.PG 252815 A
	28	20	38 000	57 000	120 000	18	16	GLY.PG 252820 F	GLY.PG 252820 A
	28	25	48 000	72 000	150 000	23	20	GLY.PG 252825 F	GLY.PG 252825 A
	28	30	58 500	88 000	183 000	28	24	GLY.PG 252830 F	GLY.PG 252830 A
	28	40	78 000	-	245 000	37	-	GLY.PG 252840 F	-
	28	50	98 000	146 000	310 000	47	40	GLY.PG 252850 F	GLY.PG 252850 A ¹⁾
28	32	20	43 000	64 000	134 000	28	25	GLY.PG 283220 F	GLY.PG 283220 A
	32	25	54 000	81 500	170 000	35	32	GLY.PG 283225 F	GLY.PG 283225 A
	32	30	65 500	98 000	204 000	42	38	GLY.PG 283230 F	GLY.PG 283230 A
30	34	15	34 000	-	106 000	22	-	GLY.PG 303415 F	-
	34	20	46 500	69 500	143 000	30	27	GLY.PG 303420 F	GLY.PG 303420 A
	34	25	58 500	-	180 000	37	-	GLY.PG 303425 F	-
	34	30	69 500	106 000	220 000	45	41	GLY.PG 303430 F	GLY.PG 303430 A
	34	40	95 000	140 000	300 000	60	54	GLY.PG 303440 F	GLY.PG 303440 A
32	36	20	49 000	73 500	153 000	31	29	GLY.PG 323620 F	GLY.PG 323620 A
	36	30	75 000	112 000	232 000	48	43	GLY.PG 323630 F	GLY.PG 323630 A
	36	40	100 000	150 000	315 000	64	57	GLY.PG 323640 F	GLY.PG 323640 A
35	39	20	54 000	80 000	166 000	34	31	GLY.PG 353920 F	GLY.PG 353920 A
	39	30	81 500	122 000	255 000	52	47	GLY.PG 353930 F	GLY.PG 353930 A
	39	40	110 000	-	345 000	68	-	GLY.PG 353940 F	-
	39	50	137 000	208 000	430 000	87	78	GLY.PG 353950 F	GLY.PG 353950 A
37	40	20	57 000	85 000	176 000	27	23	GLY.PG 374020 F	GLY.PG 374020 A
	40	30	-	129 000	270 000	-	35	-	GLY.PG 374030 A
40	44	20	61 000	91 500	193 000	39	36	GLY.PG 404420 F	GLY.PG 404420 A
	44	30	93 000	140 000	290 000	59	53	GLY.PG 404430 F	GLY.PG 404430 A
	44	40	125 000	190 000	390 000	78	66	GLY.PG 404440 F	GLY.PG 404440 A
	44	50	156 000	236 000	490 000	98	89	GLY.PG 404450 F	GLY.PG 404450 A

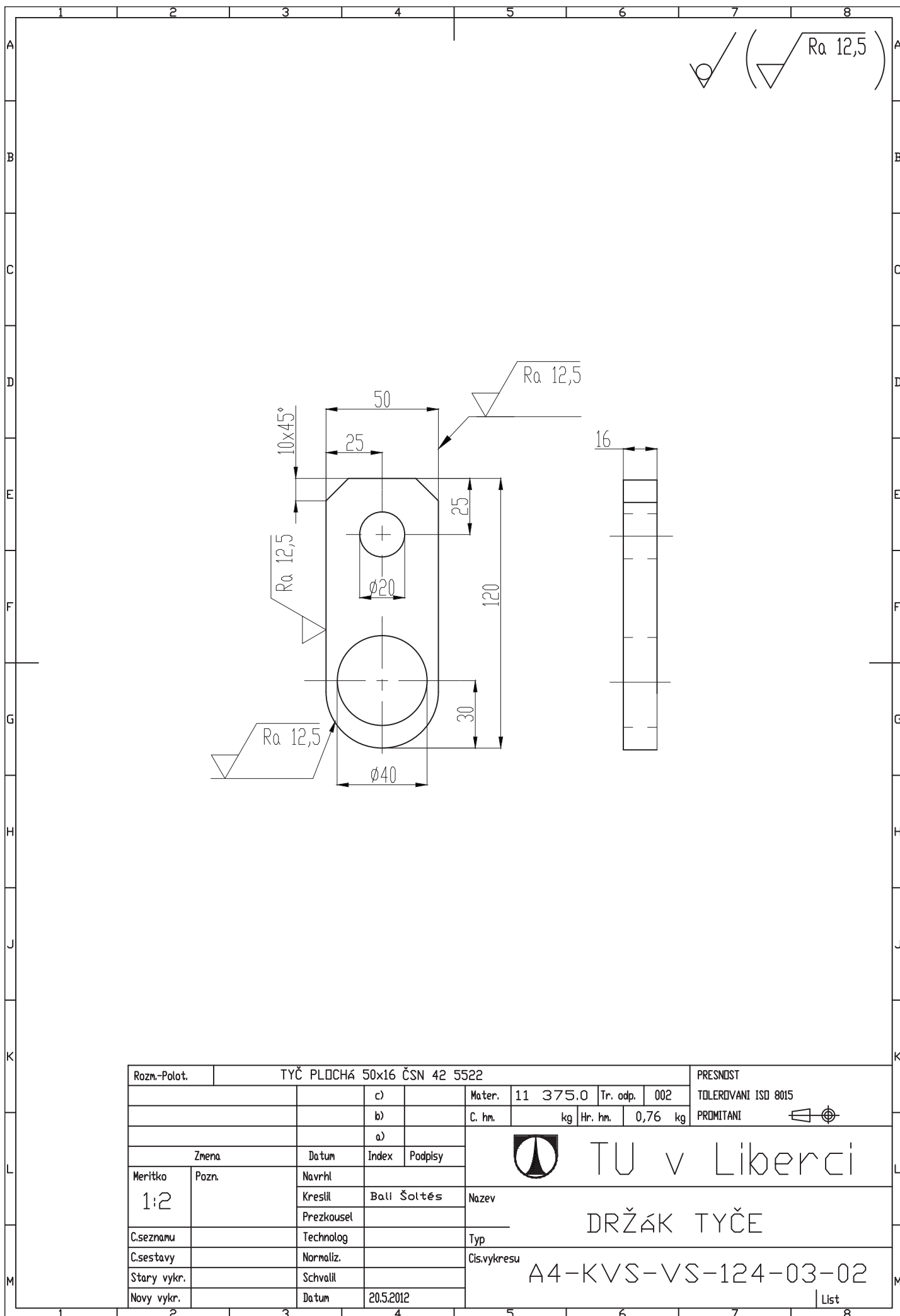
¹⁾ Liefermöglichkeit bitte anfragen.

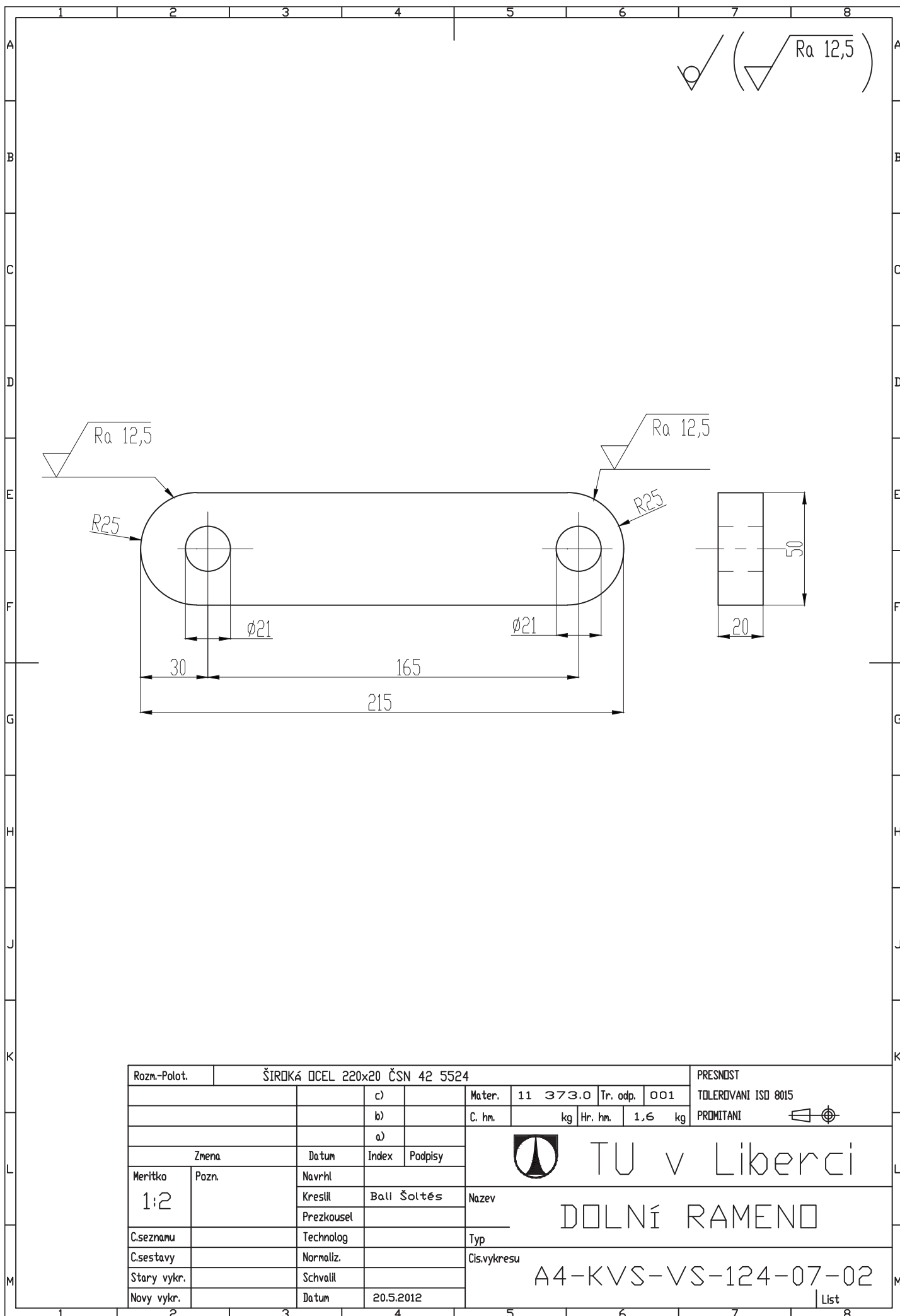
Die Buchsen der Ausführung A können auch in der Ausführung AB gefertigt werden (Kurzzeichen, z.B. GLY.PG 242720 AB). Liefermöglichkeit bitte anfragen.



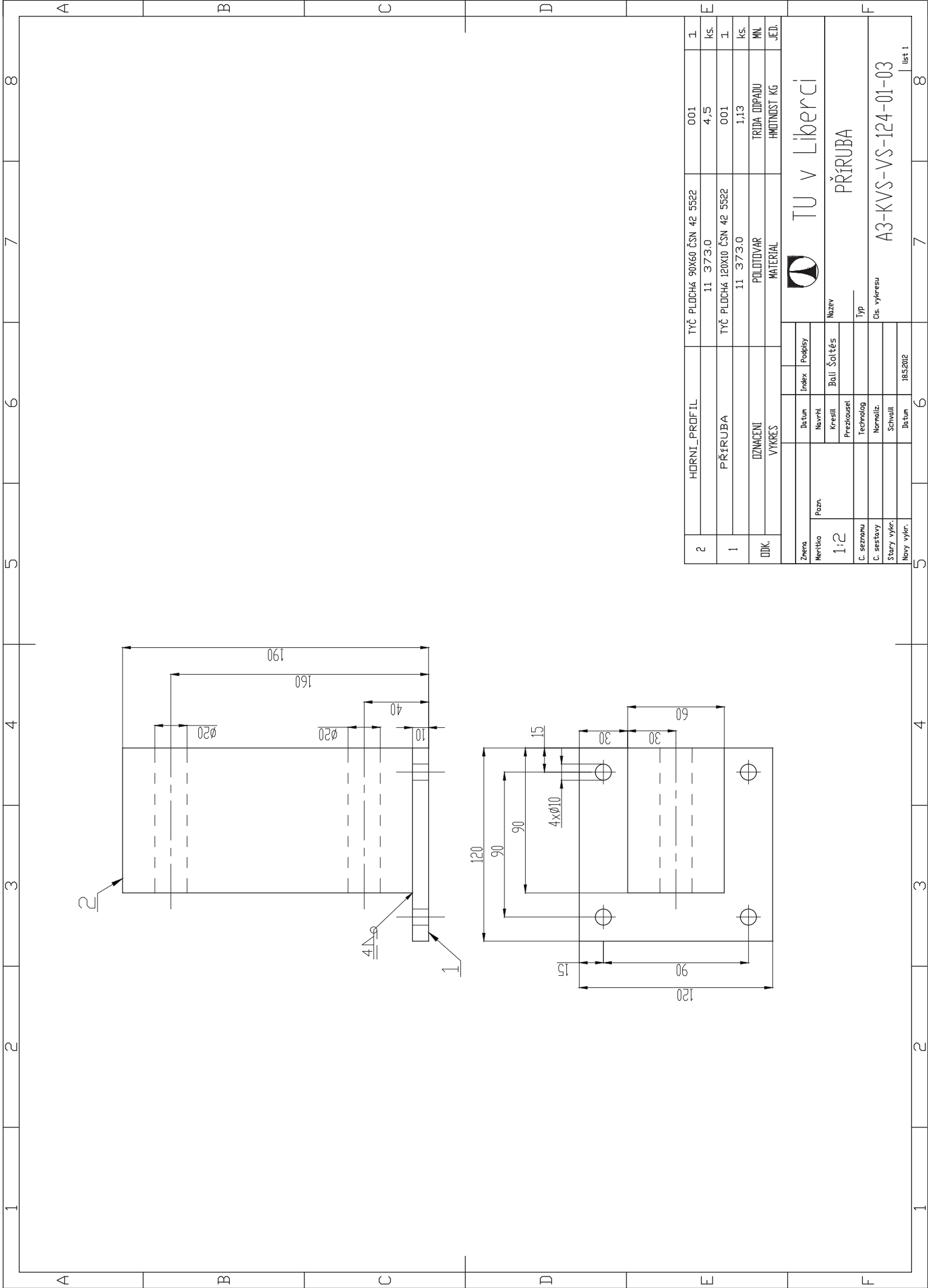


Rozn.-Polot.		ŠÍŘKÁ OCEL 260x16 ČSN 42 5524						PRESNOST		
		c)		Mater.	11 373.0	Tr. odp.	001	TOLEROVANI ISO 8015		
		b)		C. hm.	kg	Hr. hm.	kg	PROMITANI 		
		a)		 TU v Liberci						
Zmena		Datum	Index							Podpisy
Meritko	Pozn.	Navrhl								
1:2		Kreslil	Bali Šoltés	Nazev	DRZAK_TRUBKA_ELEKT					
		Prezkousel								
C.seznamu		Technolog		Typ						
C.sestavy		Normaliz.		Cis.vykresu	A4-KVS-VS-124-06-02					
Stary vykr.		Schvalil								
Novy vykr.		Datum	20.5.2012		List					





Rozn.-Polot.		ŠIROKÁ OCEL 220x20 ČSN 42 5524						PRESNOST					
			c)		Mater.	11 373.0	Tr. odp.	001	TOLEROVANI ISO 8015				
			b)		C. hm.	kg	Hr. hm.	1,6	kg	PROMITANI 			
			a)		 TU v Liberci								
Zmena		Datum	Index	Podpisy									
Meritko	Pozn.	Navrhl											
1:2		Kreslil	Bali Šoltés	Nazev									
		Prezkousel			DOLNÍ RAMENO								
C.seznamu		Technolog			Typ		A4-KVS-VS-124-07-02						
C.sestavy		Normaliz.			Cis.vykresu								
Stary vykr.		Schvalil											
Novy vykr.		Datum	20.5.2012										
					List								



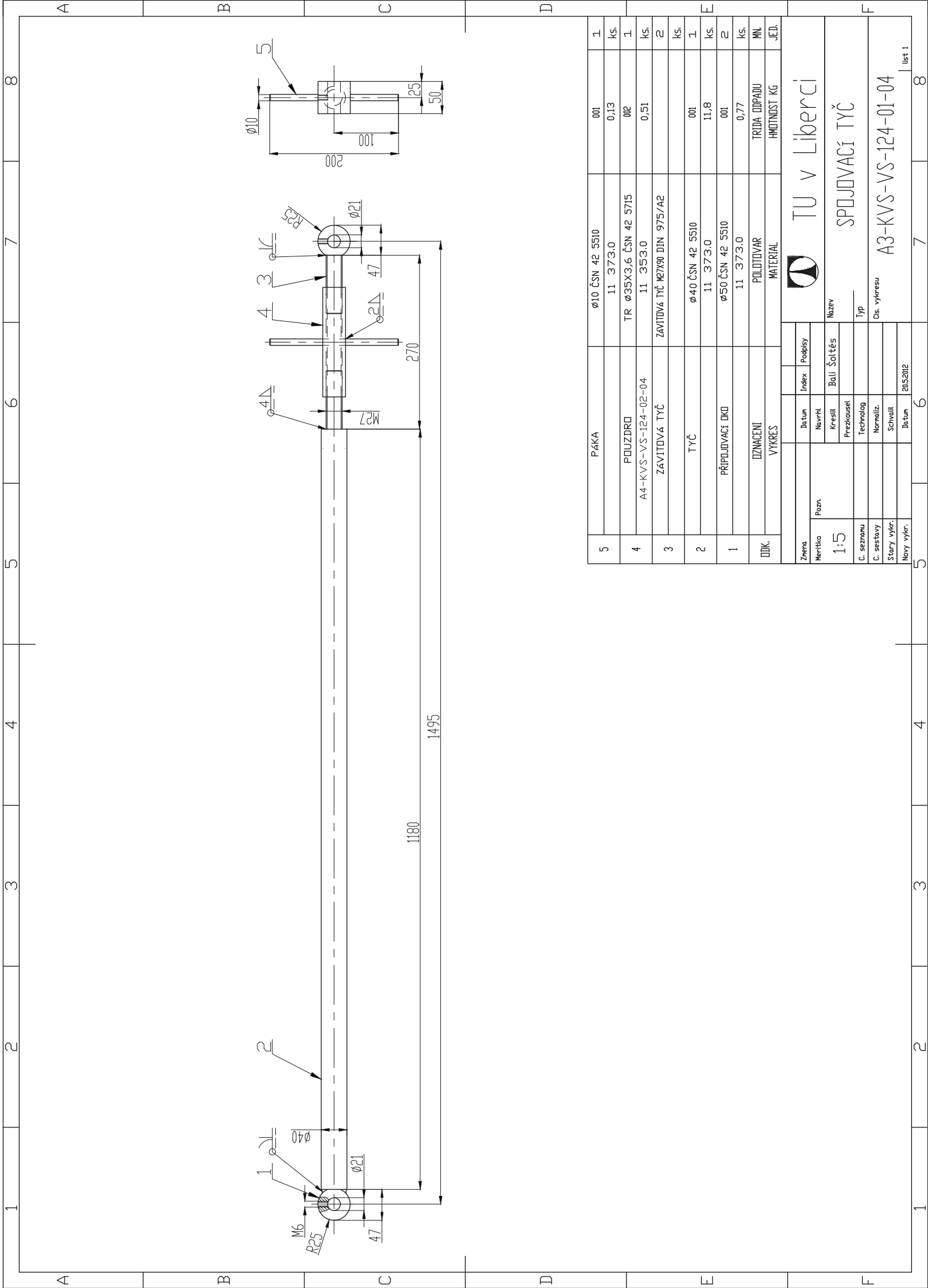
2	HORNÍ_PROFIL	TYČ PLOCHÁ 90X60 ČSN 42 5522		001	1
		11 373.0		4.5	ks.
1	PŘÍRUBA	TYČ PLOCHÁ 120X10 ČSN 42 5522		001	1
		11 373.0		1,13	ks.
ODK.	OZNACENÍ	POLOTOVAR		TRŽDA DOPADU	MN.
	VÝKRES	MATERIAL		HMOTNOST KG	JED.



TU v Liberci

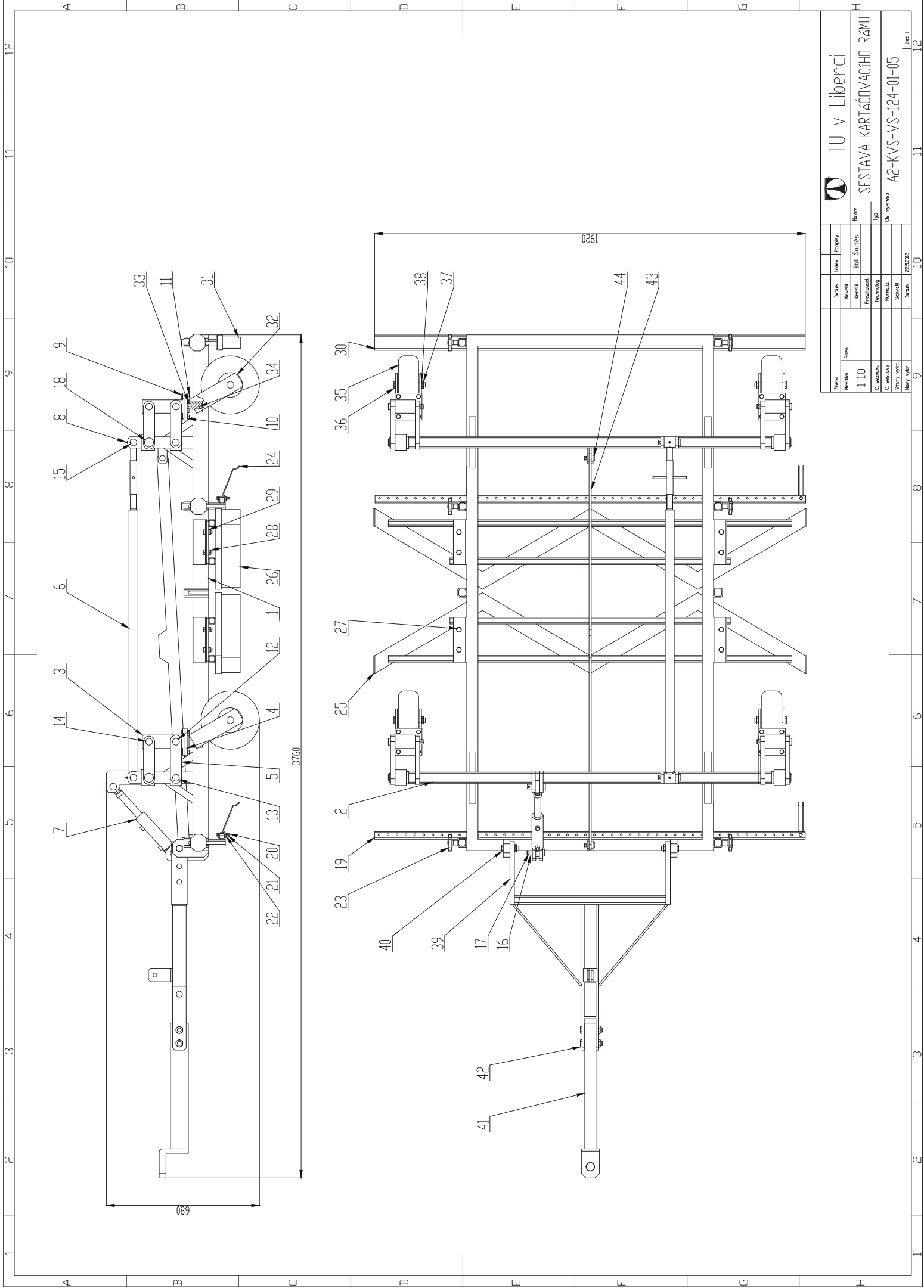
PŘÍRUBA

A3-KVS-VS-124-01-03



5	PAKA	ø10 ČSN 42 5510	001	1
4	POUZDRO	TR ø35X3,6 ČSN 42 5715	0,13	ks.
3	ZAVITOVÁ TYČ	11 353.0	0,51	ks.
2	TYČ	ø40 ČSN 42 5510	0,01	ks.
1	PŘÍPOJOVACÍ OKO	ø50 ČSN 42 5510	11,8	ks.
ODK.	OZNACENÍ	11 373.0	0,77	ks.
	VÝKRES	PŘÍLOŽENÍ	TRIDA DOPADU	MM.
		MATERIAL	HMOTNOST KG	JED.

Změna	Index	Podpis	TU v Liberci
Meritko	Pozn.	Název	SPOJOVACÍ TYČ
1:5	Bali	Šoltés	Typ
C. seznamu	Technolog	Normaliz.	Cis. výkresu
C. sestavy	Schvati	20.5.2012	A3-KVS-VS-124-01-04
Stary výkr.	Datum	20.5.2012	list 1



																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

ODK.	OZNAČENÍ	POLOTOVAR	ČÍS. ZÁSOBNÍKU	MN.
	VÝKRES	MATERIÁL	POZNÁMKA	JED.
1	RÁM	—	—	1
	A2-KVS-VS-124-01-01	—	—	KS
2	OTOČNÁ TRUBKA	—	—	2
	A2-KVS-VS-124-01-02	—	—	KS
3	PŘÍRUBA	—	—	4
	A3-KVS-VS-124-01-03	—	—	KS
4	ČEP TRMenu	—	—	4
	A3-KVS-VS-124-02-03	—	—	KS
5	DOLNÍ RAMENO	ŠIROKÁ OCEL 220x20 ČSN 42 5524	—	4
	A4-KVS-VS-124-07-02	11 373.0	—	KS
6	SPOJOVACÍ TYČ	—	—	1
	A3-KVS-VS-124-01-04	—	—	KS
7	ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ	—	—	1
	—	—	—	KS
8	MAZNICE KULOVÁ H1 M6 PŘÍMÁ	ČSN 23 1470	—	2
	—	—	—	KS
9	ŠROUB M10x1x35 ISO 8676-8.8	—	—	16
	—	—	—	KS
10	PODLLOŽKA 10,5 ČSN 02 1703.11	—	—	16
	—	—	—	KS
11	MATICE M10x1 ISO 4032	—	—	16
	—	—	—	KS
12	ČEP 20 x 120 x 6,3 B ISO 2341-St	—	—	4
	—	—	—	KS
13	ČEP 20 x 80 x 6,3 B ISO 2341-St	—	—	4
	—	—	—	KS
14	ČEP 20 x 145 x 6,3 B ISO 2341-St	—	—	4
	—	—	—	KS
15	ČEP 20 x 90 x 6,3 B ISO 2341-St	—	—	2
	—	—	—	KS
16	ČEP 20 x 55 x 6,3 B ISO 2341-St	—	—	1
	—	—	—	KS
17	ZÁVLAČKA 6,3 x 35 ISO 1234 St	—	—	16
	—	—	—	KS
18	KLUZNÉ LOŽISKO GLY.PG 404450F	—	—	4
	—	—	—	KS
19	DRŽÁK PRUŽIN	—	—	2
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
20	ŠROUB M8x45 ISO 4017-8.8	—	—	96
	—	—	—	KS
21	MATICE M8x1 ISO 4032	—	—	96
	—	—	—	KS
22	PODLLOŽKA 8,4 ČSN 02 1703.11	—	—	96
	—	—	—	KS

Změna		Datum	Index	Podpis
Měřítka	Pozn.	Navrhl	Bali Šoltés	Název
		Kreslil		
		Přezkoušel		
Č.seznamu		Technolog		Typ
Č.sestav		Normaliz.		čís.výkresu
Starý výkr.		Schválil		A4-KVS-VS-124-01-05
Nový výkr.		Datum	20.5.2012	



TU v Liberci

KUSOVNIK

A4-KVS-VS-124-01-05

List 2

ODK.	OZNAČENÍ	POLOTOVAR	ČÍS. ZÁSOBNÍKU	MN.
	VÝKRES	MATERIÁL	POZNÁMKA	JED.
23	UCHYT	—	—	6
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
24	PRUŽINA	—	—	96
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
25	DRŽÁK KARTÁČE W	—	—	2
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
26	KARTÁČ W	—	—	2
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
27	ŠROUB M14x30 ISO 4017-8.8	—	—	8
	—	—	—	KS
28	MATICE M14 ISO 4032	—	—	8
	—	—	—	KS
29	PODLŮŽKA 15 ČSN 02 1703.11	—	—	8
	—	—	—	KS
30	DRŽÁK KARTÁČE ROVNÝ	—	—	1
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
31	KARTÁČ ROVNÝ	—	—	1
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
32	TŘMEN	—	—	4
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
33	LOŽISKO 81105 ČSN 024740	—	—	4
	—	—	—	KS
34	KOLÍK 5x60 A ISO 2339 - St	—	—	4
	—	—	—	KS
35	KOLO 846 260 PNE 260x80/75-20 MC	—	—	4
	—	—	—	KS
36	ŠROUB M20x130 ISO 4017-8.8	—	—	4
	—	—	—	KS
37	MATICE M20 ISO 4032	—	—	8
	—	—	—	KS
38	PODLŮŽKA 21 ČSN 02 1703.11	—	—	8
	—	—	—	KS
39	□J	—	—	1
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
40	ŠROUB M20x70 ISO 4017-8.8	—	—	2
	—	—	—	KS
41	PRODLOUŽENÍ OJE	—	—	1
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
42	ŠROUB M20x90 ISO 4017-8.8	—	—	2
	—	—	—	KS
43	STŘEDOVÝ PLECH	—	—	1
	PŮVODNÍ ŘEŠENÍ	—	—	KS
44	ČEP 16 x 40 x 6,3 B ISO 2341-St	—	—	2
	—	—	—	KS

Změna		Datum	Index	Podpisy	 TU v Liberci
Měřítko N	Pozn.	Navrhl			
		Kreslil	Bali Šoltés	Název	
		Přezkoušel		KUSOVNIK	
Č.seznamu		Technolog		Typ	A4-KVS-VS-124-01-05
Č.sestav		Normaliz.		čís.výkresu	
Starý výkr.		Schválil			
Nový výkr.		Datum	20.5.2012		

List 3