



ANALYSIS OF BEHAVIOUR SKI FOR SKIING ALONG GRASS AREA

Radek Vlach, Vladimír Kotek*

Summary: *The paper describes creating of computational model a ski for skiing along grass. The computational model consists of a duct and eighteen track links, which are linked by silicone strip. Each track link consists of many parts. The paper presents improving of computational model. The paper presents results of first computational simulations and their analyses. The computation simulation offers concept of behaviour of the ski.*

1. Úvod

Příspěvek navazuje na výsledky, kterých bylo dosaženo již dříve a byly publikovány již v minulém roce. Cílem bylo vytvořit výpočtový model, popisující co nejreálněji chování lyže. Proto byla velká část práce věnována na doladění modelu, který by umožňoval provádět analýzy chování lyže při různých režimech provozu. Výsledky výpočtových simulací budou ověřovány na základě experimentální analýzy, pro kterou je budováno speciální zařízení.

Pro výpočtové modelování byl stejně jako již dříve použit programový systém PRO/MECHANICA verze 18.0 a to především jeho modul "motion".

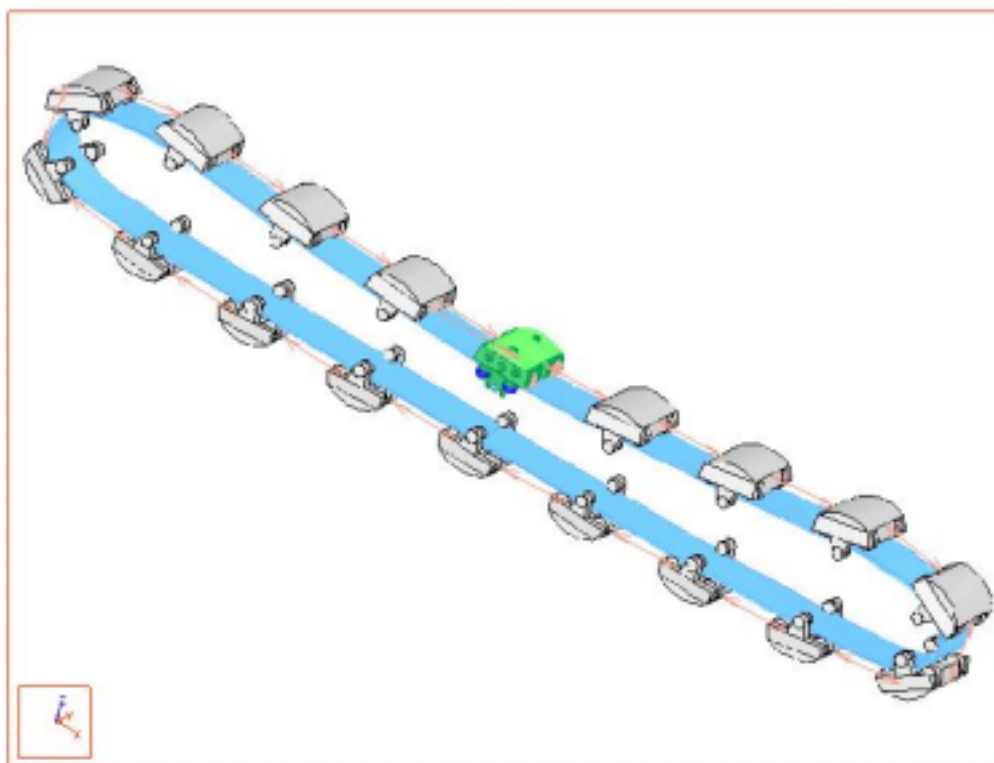
2. POPIS VÝPOČTOVÉHO MODELU

Výpočtový model (obr. 1) je tvořen vedením, po kterém se pohybují jednotlivé články spojené mezi sebou pásem. Struktura článku je dosti složitá, proto byla provedena určitá zjednodušení, zejména co se týče geometrie. Provedená zjednodušení by však neměla mít podstatnější vliv na celkové chování modelu. Výpočtový model použitý u prvního modelu byl tvořen pouze jedním článkem, který obíhal po vedení.

Při rozšiřování modelu na všechny články, se vyskytl problém s výpočetní náročností. Tento problém se objevil již u třetího článku, navíc i stabilita řešení se velmi zhoršila. Příčinou byla strukturální složitost jednotlivých článků, protože jsou tvořeny velkým počtem dílčích částí (tělo, hřídele, kladky apod.). Z tohoto důvodu bylo třeba provést další úpravu modelu.

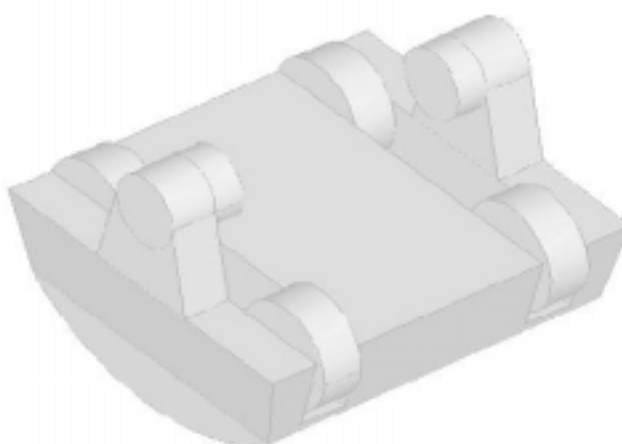
* Ing. Radek Vlach : Ústav mechaniky těles, FSI VUT Brno; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +420.5.41142757, fax: +420.5.41142876; E-mail: vlach@uvee.fee.vutbr.cz.

Ing. Vladimír Kotek : Ústav mechaniky těles, FSI VUT Brno; Technická 2, 619 69 Brno; tel. +420.5.41142863, fax: +420.5.41142876; E-mail: kotek@umtn.fme.vutbr.cz.



Obr.1 Výpočtoví model

V modelu byl ponechán pouze jeden kompletní článek, další byly nahrazeny pouze jedním tělesem (obr. 2) adekvátních rozměrů a tvaru. V místě kontaktu kladek s vedením byly nadefinovány vhodné vazby zabezpečující potřebné vlastnosti kontaktu. Každému takto vytvořenému článku byly přiděleny vlastnosti, které zajišťují požadované dynamické vlastnosti. Jednotlivé články jsou u skutečné lyže mezi sebou vázány silonovým pásem, ten byl v modelu nahrazen vhodně nadefinovanou vazbou, kterou byly jednotlivé články propojeny. Touto vazbou je pružina odpovídající tuhosti, zjištěné měřením na silonovém pasu. Avšak při ověřovacích simulacích nastaly problémy z rozkmitání celé soustavy článků, které se nebyly schopny na vedení ustálit do klidové polohy. Tento problém byl vyřešen doplněním vazby mezi články vhodným tlumením, které bylo definováno paralelně k tuhosti.



Obr. 2 Schéma článku

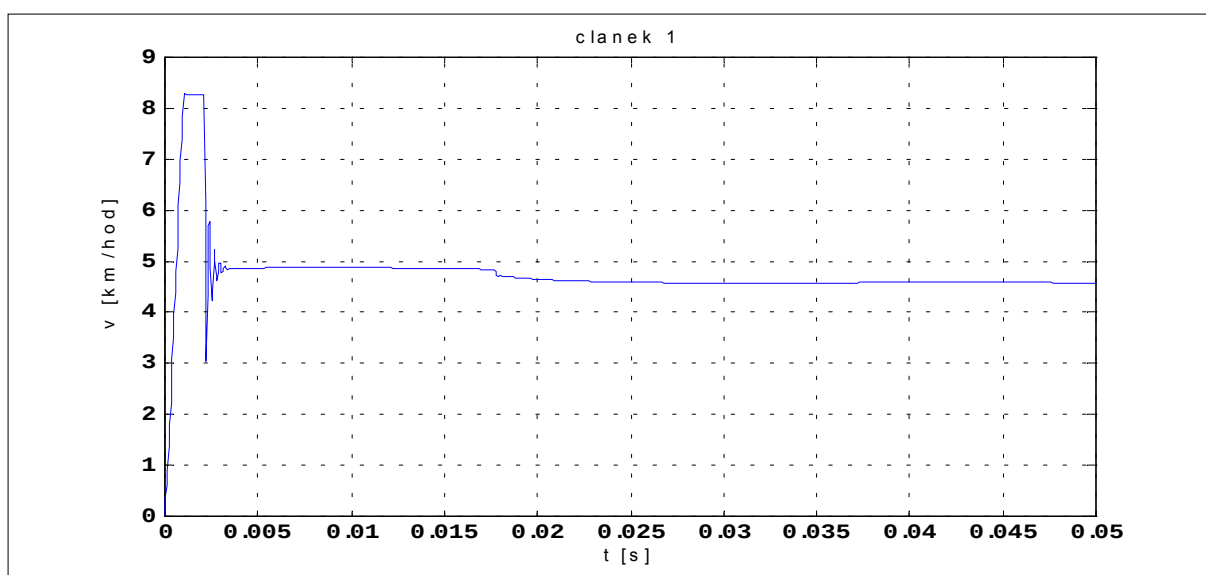
3. VÝPOČTOVÁ SIMULACE

Výsledkem výpočtových simulací jsou získané průběhy sledovaných charakteristik. Těmito charakteristikami mohou být parametry kinematické (poloha, rychlost, respektive zrychlení) nebo silové (vazbové síly atd.). Pomocí výpočtového modelu je možné simulovat různé režimy provozu, jako jsou například různé rychlosti jízdy lyže atd.

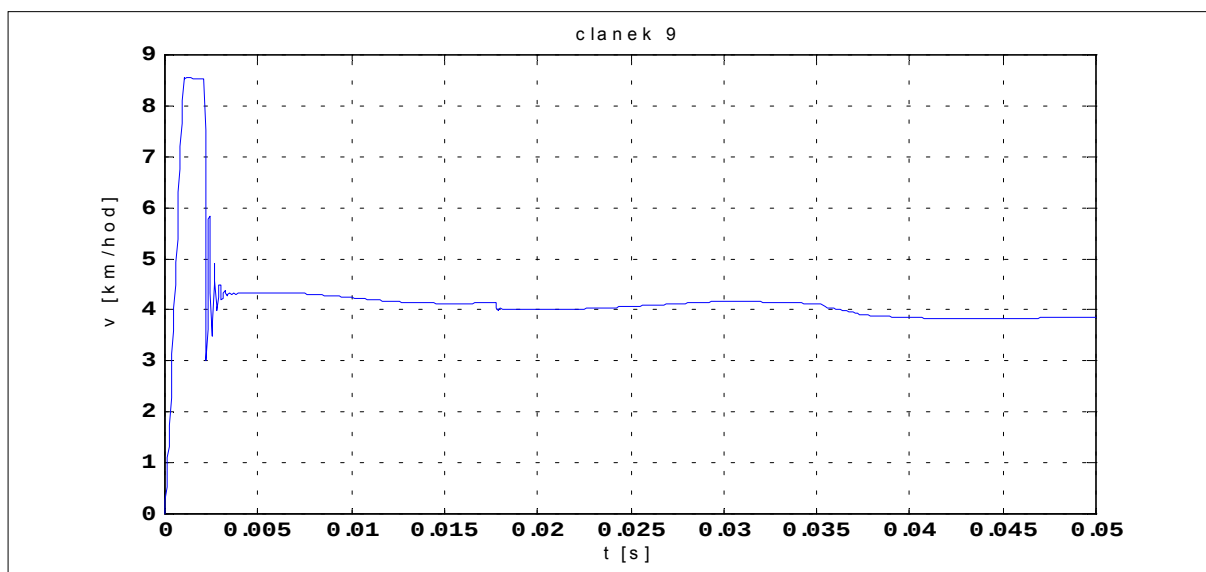
4. VÝSLEDKY VÝPOČTOVÉ SIMULACE

Na dokončeném modelu včetně nadefinovaných vazeb bylo třeba provést simulaci, která docílí ustálení všech článků v klidových polohách při stavu, kdy není zatížen žádný článek ani žádný jiný prvek modelu. Po provedení této simulace byl model připraven k realizaci celé řady simulací pro zkoumání různých vlastností lyže respektive jejich dílčích částí.

První simulace byla zaměřena na sledování rozjezdu lyže z klidu na rychlost kolem 5 km/hod. V níže uvedených výsledcích je porovnáno chování dvou článků, kdy jeden článek se rozjíždí ze středu přímé části vedení a druhý je na počátku v ohybu vedení lyže.



Obr. 3 Průběh rychlosti článku 1

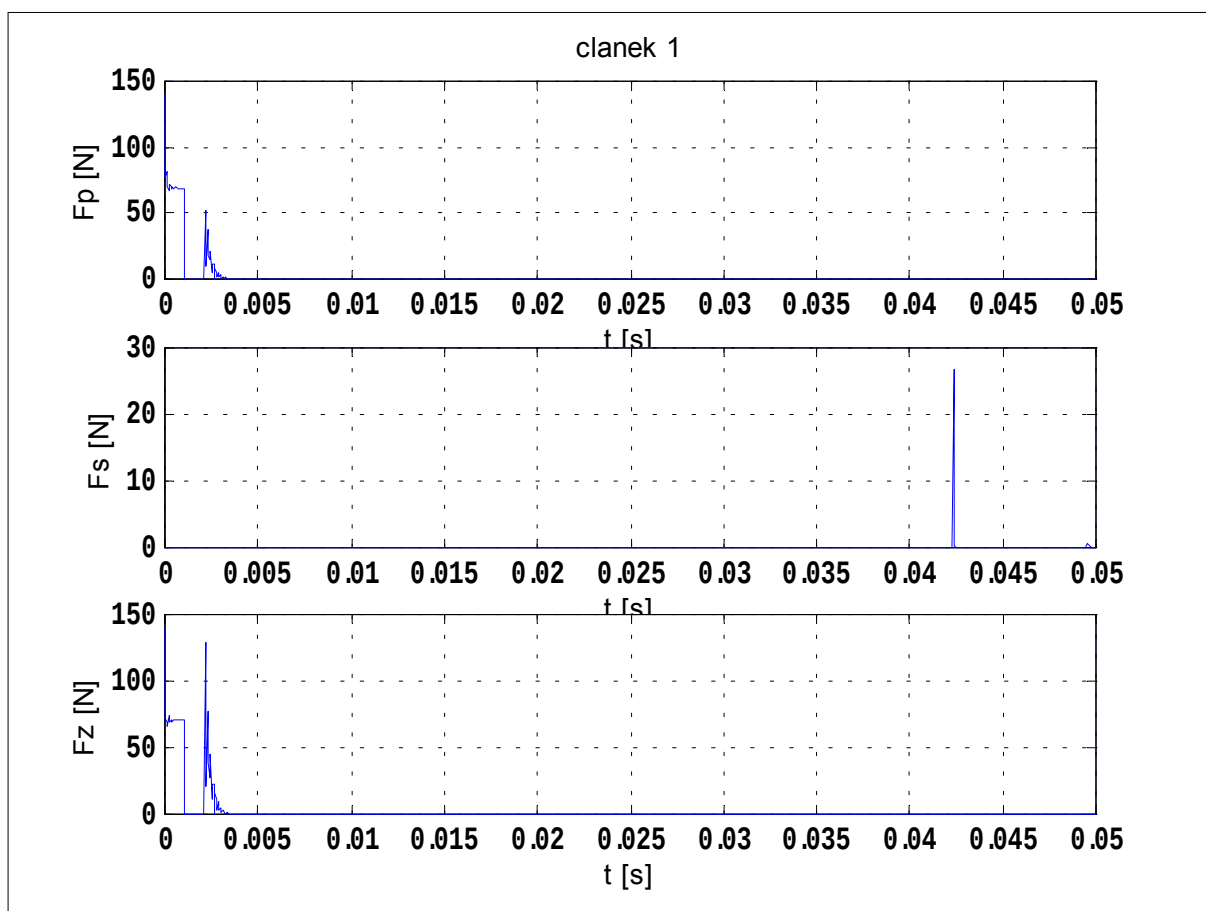


Obr. 4 Průběh rychlosti článku 9

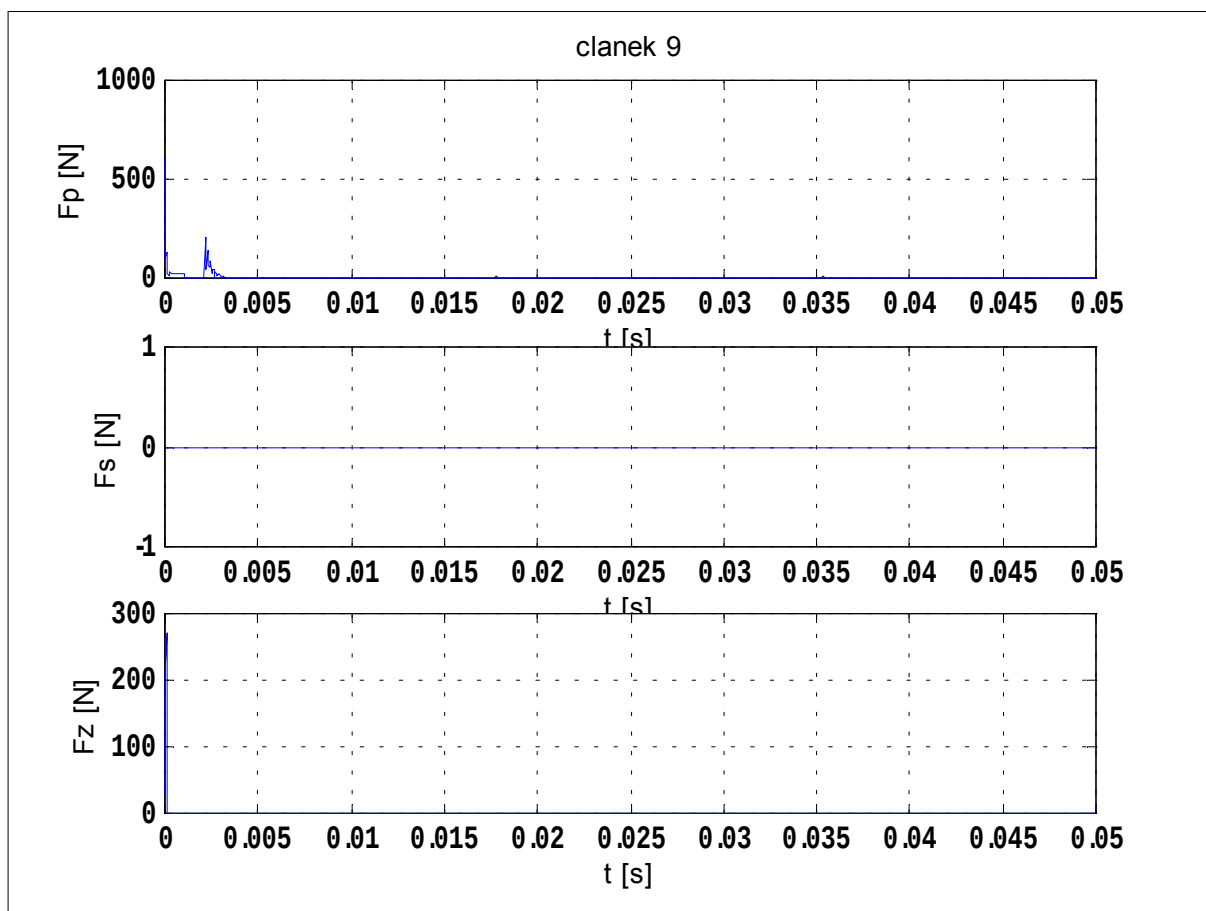
Průběh rychlosti u obou článků odpovídá předpokladu, kdy na začátku dochází k rychlým změnám rychlosti, což je kromě zatížení působícího na jeden článek způsobeno i vzájemným ovlivňováním pohybu sousedními články spojenými pružnou vazbou. Dále dochází k postupnému ustálení rychlosti.

Další důležitou charakteristikou jsou kontaktní síly mezi kladkami jednotlivých článků a vedením po kterém se pohybují. U každého článku jde o síly působící mezi vedením a předními, zadními a také spodními kladkami. Při rozjezdu byly sledovány kontaktní síly pro stejné dva články jako v případě průběhů rychlostí.

Z výsledků je patrné, že největší nárůst sil je při rozjezdu, ale pouze u předních a zadních kladek. Spodní kladky se téměř nedostávají do kontaktu s vedením, výjimkou je jeden okamžik (cca 0,422 s) u článku 1, kdy dochází k nárůstu síly mezi spodní kladkou a vedením. Tento okamžik odpovídá průjezdu článku 1 ohybem.



Obr. 5 Průběh kontaktních sil na článku 1



Obr. 6 Průběh kontaktních sil na článku 9

5. ZÁVĚR

V tomto příspěvku je popsáno navázání na již realizované modelování lyže, zejména rozšíření výpočtového modelu lyže na více článků. Jsou zde uvedeny první pokusy simulací se všemi články. S tímto modelem bude možné realizovat simulace různých stavů, do kterých se lyže dostává při svém provozu. Zejména je to vliv kontaktu článků se zemí po níž se pohybuje při rozdílném sklonu dráhy. Dále bude možné simulovat chování článku při průjezdu lyže zatáčkou, kdy se do kontaktu dostanou i zbývající boční kladky a další jiné stavy.

Poděkování

Příspěvek byl vypracován za finanční podpory MŠMT v rámci projektu č. MSM 26210 0001.

6. REFERENCES

1. Kratochvíl C.: Mechanika těles – dynamika, Brno PC-DIR 1997
2. Vlach R.: Experimentálně-výpočtové modelování vlastností a chování mechanické části vypínače pro vysoké napětí, diplomová práce, ÚMT FS VUT Brno, 1998.