

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav technologie, obrábění, projektování a metrologie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh kalibračního přípravku pro nastavení stroje pro seřizování
lyžařského vázání

VEDOUCÍ PRÁCE:

Ing. Petr Mikeš, Ph.D.

VYPRACOVAL:

Jakub Duchoň

PRAHA 2024



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Duchoň** Jméno: **Jakub** Osobní číslo: **501280**

Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**

Zadávací katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**

Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**

Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh kalibračního přípravku pro nastavení stroje pro seřizování lyžařského vázání

Název bakalářské práce anglicky:

Design of a calibration device for adjustment a machine for adjusting ski bindings

Pokyny pro vypracování:

1. Funkce a seřizování lyžařského vázání
2. Návrh a výroba kalibračního přípravku
3. Ověření funkce, nastavení stroje pomocí vyrobeného přípravku

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Petr Mikeš, Ph.D. ústav technologie obrábění, projektování a metrologie FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **05.04.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **05.08.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Petr Mikeš, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Libor Beránek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci s názvem: "Návrh kalibračního přípravku pro nastavení stroje pro seřizování lyžařského vázání" vypracoval samostatně a využil jsem pouze zdroje uvedené v příloženém seznamu citací.

V Praze dne:.....

.....

Podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli během studia a při psaní této bakalářské práce. Zvláště vedoucímu práce manu Ing. Petr Mikešovi, Ph.D. Speciální díky patří mé rodině za neustálou podporu a motivaci, kterou mi poskytovali během celého mého studia.

Anotace

Autor:	Jakub Duchoň
Název práce:	Návrh kalibračního přípravku pro nastavení stroje pro seřizování lyžařského vázání
Druh práce:	Bakalářská práce
Akademický rok:	2023/2024
Obor:	2303R014 - Technologie, materiály a ekonomika strojírenství
Studijní program:	B2343 - Výroba a ekonomika ve strojírenství
Vysoká škola:	Fakulta strojní, ČVUT v Praze
Vedoucí práce:	Ing. Petr Mikeš, Ph.D.
Klíčová slova:	lyžařské vázání, tenzometrická měřidla, tenzometrický snímač, Evropská norma DIN ISO 11088, Diatronic, kalibrační přípravek, vypínací síly, kalibrace
Abstrakt:	Tato bakalářská práce se zabývá návrhem kalibračního přípravku na stroj pro seřizování lyžařského sjezdového vázání. Seznamuje se strojem a dále s Evropskou normou DIN ISO 11088, která definuje hodnoty vypínacích sil. Na základě těchto vstupů byl navržen kalibrační přípravek včetně tenzometrických snímačů a měřidel. Na konstrukčně zpracovaném a vyrobeném přípravku byla provedena samotná kalibrace stroje, kde získané hodnoty měření byly zakomponované do paměti počítače a jsou použity pro správné nastavení vázání při jeho testování.

Annotation

Author: Jakub Duchoň

Title of bachelor thesis: Design of a calibration device for adjustment a machine for adjusting ski bindings

Thesis type: Bachelor thesis

Academic year: 2023/2024

Branch of study: 2303R014 - Technology, Materials and Economics of Mechanical Engineering

Study programme: B2343 - Manufackuturing and Economics in Mechanical Engineering

University: Faculty of Mechanical Engineering, Czech Technical University in Prague

Thesis supervisor: Ing. Petr Mikeš, PhD.

Key words: ski bindings, strain gauges, strain gauge, European standard DIN ISO 11088, Diatronic, calibration jig, breaking forces, calibration

Abstract: This bachelor thesis deals with the design of a calibration jig for a machine for adjusting ski downhill bindings. It introduces the machine and also the European standard DIN ISO 11088, which defines the values of the breaking forces. Based on these inputs, a calibration jig including strain gauge sensors and gauges was designed. The actual calibration of the machine was performed on the designed and manufactured jig, where the obtained measurement values were incorporated into the computer memory and these values are used for the correct setting of the binding during the testing.

Obsah

1. ÚVOD	8
2. LYŽAŘSKÉ VÁZÁNÍ	10
2.1. HISTORIE	10
2.2. DRUHY LYŽAŘSKÝCH VÁZÁNÍ	11
2.2.1. Sjezdová vázání ISO 9462	11
2.2.2. Stoupací vázání ISO 13992	11
2.2.3. GripWalk vázání	12
2.2.4. MNC vázání MultiNorm Certificate	12
2.3. PRINCIP FUNGOVÁNÍ LYŽAŘSKÉHO VÁZÁNÍ	13
2.4. SEŘIZOVÁNÍ LYŽAŘSKÉHO VÁZÁNÍ	13
2.4.1. Ruční metoda seřizování	14
2.4.2. Strojní metoda seřizování	15
NÁVRH KALIBRAČNÍHO PŘÍPRAVKU	16
3. STROJ PRO SEŘIZOVÁNÍ LYŽAŘSKÉHO VÁZÁNÍ DIATRONIC IV	17
3.1. ZÁKLADNÍ POPIS	17
3.2. POSTUP PRO SEŘÍZENÍ LYŽAŘSKÉHO VÁZÁNÍ NA STROJI JE NÁSLEDUJÍCÍ:	19
3.2.1. Funkce Kalibrace	19
3.2.2. Test vázání	20
3.2.3. Data lyžaře a jeho výzbroje	20
3.2.4. Upnutí lyže a výškové nastavení testeru	21
3.2.5. Upnutí lyžařské boty	23
3.2.6. Test Vázání	25
3.2.7. Tisk měřicího protokolu	28
4. EVROPSKÁ NORMA DIN ISO 11088	29
4.1. POPIS	29
4.2. POPIS DIN TABULKY	30
4.2.1. Parametry lyžaře	31
4.2.2. Výběr individuálních uvolňovacích hodnot M_z a M_y	31
4.2.3. Postup pro Měření vypínacího momentu	32
4.2.4. Testování sil ve vázání ve stroji na seřizování vázání	32
4.2.5. Provedení měření	32
4.2.6. Korekce nastavení dle	33
4.3. TYP LYŽAŘE	33

4.3.1.	<i>Klasifikace lyžařů</i>	33
4.4.	PŘEPOČETNÍ TABULKA NM NA SÍLY	34
5.	TENZOMETRICKÁ MĚŘIDLA	36
5.1.	ROZDĚLENÍ TENZOMETRŮ	36
5.2.	ODPOROVÉ TENZOMETRY	37
5.2.1.	<i>Polovodičové tenzometry</i>	37
6.	TENZOMETRICKÝ SNÍMAČ S-22 T	38
6.1.	APLIKACE	38
6.2.	PRINCIP TENZOMETRU	39
6.2.1.	<i>Můstek</i>	39
7.	TENZOMETRICKÉ MĚŘIDLO TENZ 2145B	42
7.1.	POPIS	42
8.	KALIBRAČNÍ PŘÍPRAVEK	45
9.	ZAJIŠTĚNÍ KALIBRACE TENZOMETRICKÉHO MĚŘIDLA A TENZOMETRICKÉHO SNÍMAČE	46
9.1.	KALIBRAČNÍ PROTOKOL	47
10.	VLASTNÍ KONSTRUKCE PŘÍPRAVKU	48
10.1.	PODSKUPINY:	49
10.1.1.	<i>10-100 základová jednotka přípravku</i>	49
10.1.2.	<i>10-200 držáku snímače</i>	50
10.1.3.	<i>10-300 opěra bočních sil</i>	52
10.1.4.	<i>10-400 podpěra pro výhoz paty</i>	53
10.2.	KUSOVNÍK PŘÍPRAVKU	54
11.	VÝROBA PŘÍPRAVKU	55
11.1.	POUŽITÉ TECHNOLOGIE:	55
11.1.1.	<i>vypalování na laseru</i>	55
11.1.2.	<i>svařování</i>	55
11.1.3.	<i>CNC obrábění</i>	55
11.1.4.	<i>černění</i>	56
11.1.5.	<i>eloxování</i>	56
11.2.	POUŽITÉ MATERIÁLY	56
11.2.1.	<i>11373</i>	56
11.2.2.	<i>11523</i>	56
12.	VYTVOŘENÍ KOMUNIKAČNÍHO SOFTWARE MEZI KALIBRAČNÍM PŘÍPRAVKEM A STROJEM ...	57

13.	PROVEDENÍ VLASTNÍ KALIBRACE.....	58
13.1.	KALIBRACE PRO PATU	58
13.1.1.	<i>Tabulka koeficientů sil pro patu.....</i>	<i>58</i>
13.2.	KALIBRACE PRO ŠPIČKY	59
13.2.1.	<i>Tabulky pro koeficienty sil pro pravou a levou stranu.....</i>	<i>60</i>
13.3.	VÝSLEDNÁ TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT	61
	ZÁVĚR	62
	CITOVANÁ LITERATURA	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66

1. Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá lyžařským vázáním a vypínacími silami. Dále popisuje, jak se lyžařské vázání seřizuje. Seřizování probíhá ručně podle DIN tabulky, anebo na stroji pro seřizování lyžařského vázání. Definuje druhy lyžařského vázání, DIN tabulku, tenzometry, navrhuje kalibrační přípravek a provádí kalibraci. Hlavním cílem této bakalářské práce je navrhnout kalibrační přípravek pro stroj na seřizování lyžařského vázání.

V této bakalářské práci se ze začátku zaměřuji na lyžařské vázání, což je klíčový prvek pro bezpečnost při lyžování. Primární funkcí je zajistit bezpečné spojení mezi lyží a lyžařskou botou, což umožňuje efektivní přenos síly a kontrolu nad lyžemi. Zároveň vázání musí být schopno v případě pádu nebo nečekaného zatížení spolehlivě a rychle uvolnit špičku či patu lyžařské boty, aby minimalizovalo riziko zranění. Tato bakalářská práce rozebírá detailně lyžařské vázání, včetně aspektů týkajících se vypínacích sil, DIN tabulky, metodiky seřizování a tenzometrech spojenými s kalibrací.

První část práce je věnována technickému popisu různých typů lyžařského vázání, které se liší jak konstrukčně, tak i zamýšleným použitím. Důležitou roli v této oblasti hraje DIN tabulka, která je klíčová pro nastavení správné vypínací síly vázání na základě hmotnosti, výšky a lyžařských schopností uživatele. Tato norma je výsledkem dlouholetého výzkumu a testování a stala se mezinárodním standardem pro bezpečnostní nastavení lyžařského vázání.

Další část je věnována popisu a analýze stroje používaného pro seřizování lyžařského vázání, což zahrnuje jak manuální metody podle tabulky, tak i automatizované seřizovací stroje. Specifické metody a techniky seřizování jsou klíčové pro zajištění optimální funkčnosti a bezpečnosti vázání.

Hlavním cílem této práce je navrhnout kalibrační přípravek pro stroje na seřizování lyžařského vázání. Tento nástroj by měl zajistit přesné nastavení stroje pro seřízení lyžařského vázání a tím se i zvýší bezpečnosti lyžařů. Návrh bude zahrnovat souhrn všech věcí s nímž spojených (tenzometry, stroj na seřizování vázání, DIN tabulka).

Závěrem úvodu lze říci, že kalibrace pro stroj na seřizování lyžařského vázání je klíčový prvek pro zajištění správného měření na stroji a tím docílení pro lyžaře bezpečné a

efektivní lyžování. Výzkum a vývoj v oblasti kalibrace seřizovacích strojů může v budoucnosti přinést další inovace, které pomohou zvýšit bezpečnost lyžařů na svazích po celém světě.

2. Lyžařské vázání

2.1. Historie

Počátky lyžařského vázání sahají daleko do historie, kdy hlavní funkcí lyžařského vázání bylo pevně svázat obuv s lyží. Jakmile se začalo lyžování více využívat pro sjezdové disciplíny, objevily se také problémy s častými zraněními způsobenými pevným vázáním. První pokročilé vázání, známé jako telemarkové, bylo vyvinuto norským lyžařem Sondre Norheimem. Toto vázání umožňovalo flexibilitu ve špičce, při níž patní část boty zůstávala volná. (1)

Ve 30. letech 20. století se začínaly objevovat první mechanismy, které umožňovaly včasné uvolnění boty, a tím snižovaly riziko zranění. V 40. letech bylo populární francouzské vázání, které mělo pevné čelisti v přední části a bota byla k lyži připoutána dlouhým řemenem vzadu, což poskytovalo lepší stabilitu než předchozí modely. (2)

50. léta přinesla další revoluci s vázáním Look Nevada, které kombinovalo otočnou špičku s klasickým kandaharovým "pérem". Tento typ vázání umožňoval lepší kontrolu nad lyží a současně zvyšoval bezpečnost lyžaře při pádu. Ve stejné době v Americe pracovali inovátoři jako Marker, kteří se snažili vytvořit bezpečnostní mechanismy pro vázání, které by chránily lyžaře, ale mnohé z návrhů se nikdy nesetkaly s komerčním úspěchem. (3) (4)

Dnešní lyžařská vázání jsou výsledkem dlouhodobého vývoje a inovací, které zahrnují pokročilé technologie a materiály. Moderní vázání nejen že pevně drží nohu, ale zároveň umožňují lyžařům pohodlnou a bezpečnou jízdu. Jsou vybavena DIN nastaveními (Deutsche Industrie Normen), což umožňuje lyžařům přizpůsobit vázání podle svého stylu a úrovně dovedností. Tato nastavení jsou navržena s ohledem na bezpečnost a dokážou snadno uvolnit boty v náročných situacích, čímž výrazně snižují riziko zranění. (2)

2.2. Druhy lyžařských vázání

Lyžařská vázání se liší nejen svým účelem, ale také způsobem, jakým se montují na lyže, a různými technickými specifikacemi, které určují jejich použití pro konkrétní typ lyžování.

2.2.1. Sjezdová vázání ISO 9462

Tato vázání jsou robustně konstruována pro maximální bezpečnost a výkon na sjezdových tratích. Jsou optimalizována pro přesnost a rychlou reakci, což zvyšuje kontrolu nad lyžemi. Kompatibilita s normou ISO 5355 znamená, že se jedná o vázání, která spolehlivě drží sjezdové boty, mají integrované bezpečnostní mechanismy pro snadné uvolnění v případě pádu. (5)



Obrázek 1 Sjezdové vázání (16)

2.2.2. Stoupací vázání ISO 13992

Speciálně navržená pro skialpinismus, tato vázání umožňují jednoduché přepínání mezi sjezdovým a stoupacím režimem. Výhodou je jejich flexibilita a schopnost přizpůsobit se terénu, což činí stoupání efektivnějším a sjezd bezpečnějším díky robustním zámkům a bezpečnostním funkcím. (5)



Obrázek 3 Stoupací vázání (17)



Obrázek 2 Bota pro stoupací vázání (17)

2.2.3. GripWalk vázání

Tato vázání zajišťují komfort při chůzi, tato vázání jsou kompatibilní s botami s měkkou podrážkou GripWalk. Poskytují lepší trakci a pohodlí mimo sjezdovku, což je ideální pro freeride lyžaře, kteří potřebují často chodit v lyžařských botách. (5)



Obrázek 4 GripWalk vázání (17)

2.2.4. MNC vázání MultiNorm Certificate

Tato univerzální vázání jsou navržena pro použití s různými typy bot, včetně sjezdových, skialpinistických a GripWalk bot. MNC vázání nabízí vysokou flexibilitu pro lyžaře, kteří používají různé lyžařské boty, a zároveň zajišťují bezpečné a pevné uchycení. (5)



Obrázek 5 MNC Salomon vázání (17)

2.3. Princip fungování lyžařského vázání

Základní princip fungování spočívá v udržení lyžařské boty pevně spojené s lyží a v umožnění jejího uvolnění v případě pádu nebo nárazu, čímž se minimalizuje riziko zranění.

Vázání se skládá z přední a zadní části. Přední část, označovaná jako špička, a zadní část, známá jako patka, které jsou důležitým prvkem pro bezpečné uchycení lyžařské boty. Tyto části spolupracují tak, aby se bota uvolnila, pokud na ni působí dostatečná síla nebo tlak, který přesahuje nastavení tzv. DIN hodnoty, což je tabulka určující sílu potřebnou k uvolnění boty z vázání. (6)

Důležitou součástí vázání je anti-friction device (AFD). Je proti třecí zařízení umístěné pod špičkou boty s úkolem snížit tření mezi botou a vázáním a zajistí co nejhladší uvolnění boty v případě pádu. (6)

Vázání rovněž obsahuje „brzdy“, které jsou neustále vysunuty, když není bota zasunuta ve vázání. Tyto brzdy zabrání lyžím se pohybovat, což je zvláště důležité v případě pádu nebo při manipulaci s lyžemi na svahu. (6)

Pro správnou funkci a výkon je nezbytné, aby byly DIN hodnoty a síly vázání profesionálně nastaveny podle hmotnosti, výšky, délky boty a lyžařské schopnosti uživatele. Toto nastavení zajišťuje, že vázání udrží botu pevně na místě během normální jízdy, ale uvolní ji v případě nezbytnosti, aby se předešlo zraněním. (6)

2.4. Seřizování lyžařského vázání

Seřizování lyžařského vázání je důležité pro zajištění bezpečnosti lyžaře na sjezdovce. Správně nastavené vázání drží lyžařskou obuv přiměřenou silou a zároveň umožňuje jejich rychlé uvolnění při pádu, což minimalizuje riziko zranění.

Seřízení lyžařského vázání může být provedeno ručně nebo za použití specializovaných strojů, přičemž každá metoda má své specifické výhody.

V České republice zatím neexistuje konkrétní zákon přímo prikazující mít seřízené lyžařského vázání. Seřizování vázání je technická záležitost, která spadá pod obecné bezpečnostní normy a doporučení. Specialisté, kteří provádějí seřizování vázání, by měli být řádně školeni a certifikováni, aby zajistili správné nastavení podle individuálních parametrů lyžaře, jako jsou hmotnost, výška a lyžařská dovednost. To je důležité pro zajištění bezpečnosti na sjezdovkách.

2.4.1. Ruční metoda seřizování

Tato metoda zahrnuje několik kroků, které vyžadují pečlivou práci a přesnost. Ruční metoda seřizování lyžařského je velice nepřesná, jelikož každé vázání ve skutečnosti udává jiné hodnoty, než jsou uváděny. Proto je doporučeno si nechávat seřizovat lyže na certifikovaném stroji, který přesně změří velikosti vypínacích sil na špičkách a na patě.

Postup pro ruční seřízení vázání by měl být následující:

Kontrola boty a vázání

Servisní technik lyží se musí ujistit se, zda-li lyžařská bota správně pasuje do vázání. To zahrnuje kontrolu boty, jestli snadno zapadá do vázání bez nadměrného tlačení nebo volnosti.

Nastavení délky vázání

Vázání musí být přesně nastaveno podle délky podrážky lyžařské boty. Toto nastavení se provádí posunem patní části vázání tak, aby přesně odpovídalo zadní části boty. Je důležité zkontrolovat, jestli je ve vázání bezpečně uzamčeno.

Nastavení síly uvolnění pomocí DIN ISO 11088

DIN nastavení je klíčové pro správné uvolnění lyžařské boty z vázání v případě pádu. Toto nastavení by mělo odpovídat hmotnosti lyžaře, schopnostem a stylu jízdy lyžaře. Nastavení DIN se provádí pomocí šroubováku mechanismu vázání, kde se nachází stupnice s čísly.

Testování a kontrola

Po nastavení všech částí je důležité vázání otestovat vložení lyžařské boty do vázání a zkontrolováním, jestli se bota správně a bezpečně uvolní při simulaci pádu.

2.4.2. Strojní metoda seřizování

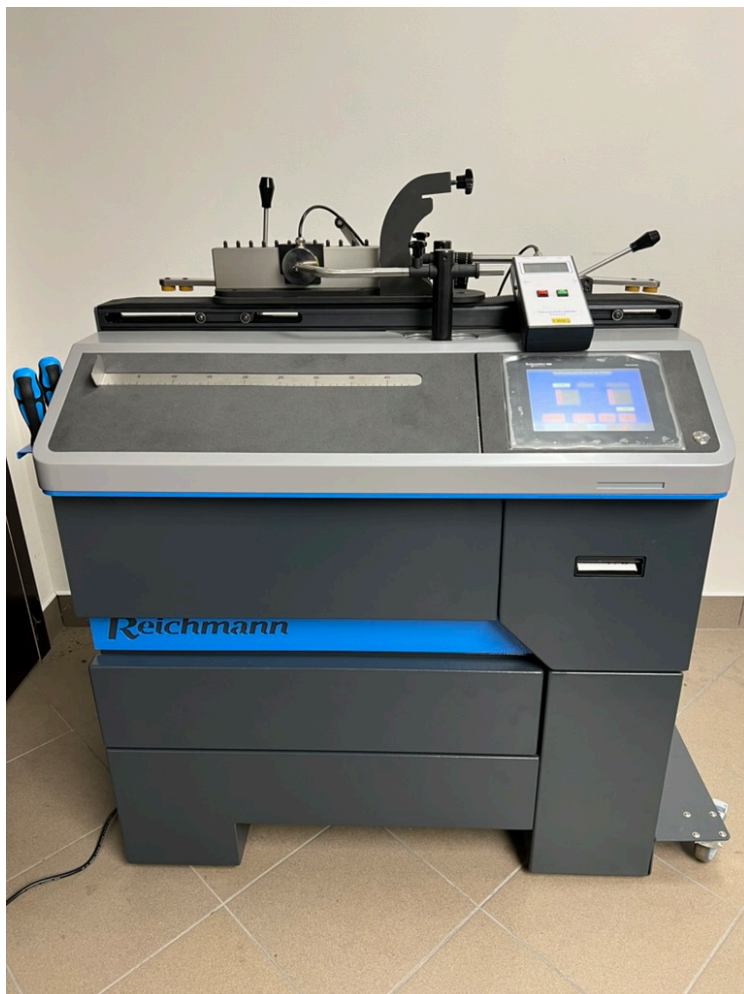
Tato metoda využívá moderní stroje pro rychlé a přesné seřízení s vytištěným certifikátem o bezpečně seřizeném vázání. Tyto stroje vyrábí a prodává např. švýcarská firma Montanna – Jetbond nebo rakouská firma Wintersteiger – Safetronic. Pro německou firmu Reichmann stroj na seřízení vázání vyrábí česká firma SKI&TENIS SERVIS. Tyto stroje umožňují na základě naměřených hodnot rychlé a snadné nastavení vypínacích sil s vysokou přesností.

Návrh kalibračního přípravku

Při návrhu kalibračního přípravku jsem se musel nejdříve seznámit se strojem, na který budu kalibrační přípravek navrhovat, instalovat a na kterém bude provedeno testování a stanovení kalibračních hodnot. Zároveň jsem se musel seznámit s návodem na seřízení, naučit stroj ovládat a provést vlastní seřízení lyžařského vázání včetně vystavení protokolu o seřízení. Při návrhu jsem dále vycházel z evropské DIN normy, která se mimo jiné zabývá kontrolou nastavení alpského lyžařského vázání.

Na základě požadavku německé firmy Reichmann byl úspěšný vývoj a následná výroba prototypu zajištěna v ČR firmou SKI&TENIS SERVIS.

3. Stroj pro seřizování lyžařského vázání Diatronic IV



Obrázek 6 Diatronic IV

3.1. Základní popis

Diatronic IV v základním provedení představuje moderní, všestranný a unikátní stroj pro testování a seřizování sjezdového lyžařského vázání. Tento stroj je navržen tak, aby vyhovoval potřebám široké lyžařské veřejnosti, od začátečníků až po extrémně sportovní lyžaře, kteří se pohybují v náročných terénech.

Disponuje moderními přístroji s řadou pokročilých funkcí, které zahrnují:

Dotykový displej, který pohodlně umožňuje uživatelům snadné ovládání stroje a přizpůsobení nastavení vázání.

Tiskárnu a kontrolní karty, které slouží pro vystavení kontrolního protokolu po každém testu a seřízení. Kontrolní karta je dokladem o bezpečnostním seřízení vázání.

Vestavěné nářadí a čtecí zařízení, které zvyšuje efektivitu procesu seřizování tím, že vše potřebné je integrováno přímo ve stroji a je ergonomicky umístěno, tak aby se dalo co nejpohodlněji vzít do ruky.

Systém pro zasunutí lyžařské boty, který slouží pro ulehčení zasunutí boty do lyžařského vázání pro správné seřízení.

Stroj byl kompletně vyvinut a navržen tak, aby odpovídal nejnovějším požadavkům aktualizované normy DIN ISO 11088, která specifikuje pravidla pro montáž, seřízení a inspekci sjezdového systému S-B-B. Vývojový tým se zaměřil na splnění všech těchto standardů, aby zajistil nejvyšší možnou kvalitu a bezpečnost při použití stroje. Navíc, tento stroj prošel důkladným procesem schvalování a získal certifikaci od renomované společnosti TÜV SÜD Czech s.r.o., což potvrzuje jeho spolehlivost a bezpečnostní shodu s předpisy.

Bezpečnostní karta o správně seřízeném vázání

KARTA SEŘÍZENÍ LYŽAŘSKÉHO VÁZÁNÍ			
Jméno:		ročník:	
 věk:	 dovednost:		
 výška cm:	 váha kg:		
 lyže model:	 délka cm:		
 bota model:	 podrážka mm:		
 vázání model:	 typ:		
HODNOTY DLE DIN ISO 11088			
VLEVO M ₁ /N ₁	VPRAVO M ₂ /N ₂	PATA M ₃ /N ₃	LYŽAŘ KOD
NASTAVENÉ HODNOTY			
LYŽE 1			
LYŽE 2			
tolerance pro „OK“ +/- 15%Nm Svým podpisem potvrzuje zákazník správnost svých osobních dat, podle kterých je vázání v souladu s platnými normami nastaveno. Lyžování je nebezpečný sport. Správné nastavení vázání podstatně redukuje úrazovost, zcela zabránit však úrazům nemůže.			
datum:			
vystavil/podpis:			
podpis zákazníka:			

Obrázek 7 Bezpečnostní protokol

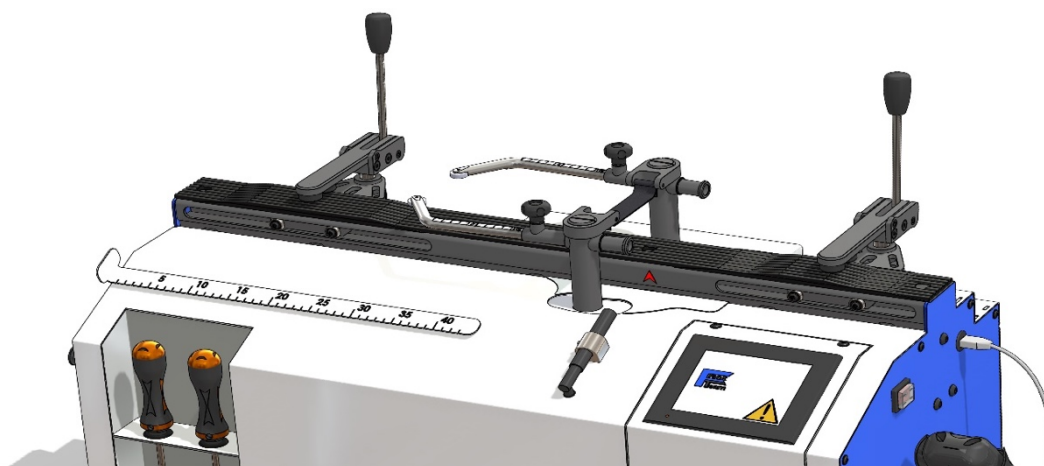
3.2. Postup pro seřízení lyžařského vázání na stroji je následující:

3.2.1. Funkce Kalibrace

Při doteku na blikající kolonku „KALIBRACE“ se zobrazí displej, kde dotykem na kolonku „Start kalibrace“ dojde ke kalibraci mechanismů jak v horizontálním směru výhozu boty doleva, doprava tak i ve vertikálním směru výhozu boty směrem dopředu, a to v plně automatickém režimu.

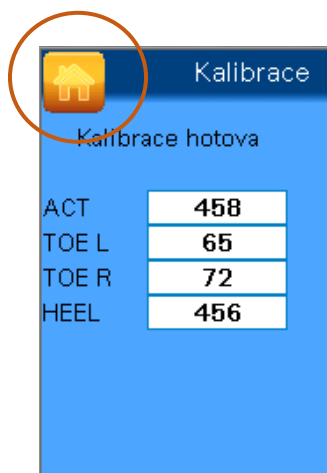
Před spuštěním této funkce je nutné se přesvědčit, zda kalibraci v nezatíženém stavu nic nebrání a vyhazovací páky a tkaloun jsou ve volném stavu (obr. 8). Jedině tak bude stroj správně zkalibrován v nezatíženém stavu a připraven k přesnému změření a prověření vypínacích sil.

V průběhu kalibrace se nesmí vkládat ruce a prsty do oblasti kalibrováných režimů, jinak může dojít ke zranění!



Obrázek 8 Stroj ve volném stavu

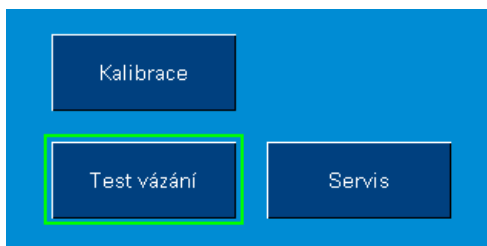
Po skončení kalibrovacího procesu se na dotykovém displeji zobrazí hodnoty zatížení ve všech třech měřených směrech. Při vlastním měření vypínacích sil daného testu dojde automaticky k odečtení těchto hodnot od hodnot měřených. Tím je zaručena absolutní hodnota požadovaných měřených vypínacích sil na Diatronicu a to v závislosti na momentálním stavu mechanických odporů mechanismů stroje. Po zobrazení kalibrovacích hodnot přistoupíme k vlastnímu testu, a to dotykem na chaloupku zobrazenou v levém horním rohu obrazovky (obr. 9) nebo na kolonku zpět.



Obrázek 9 Chaloupka

3.2.2. Test vázání

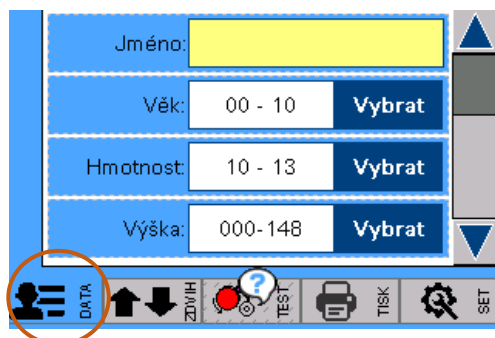
Po provedené kalibraci se nám zobrazí v zeleném blikajícím rámečku „TEST VÁZÁNÍ“ (obr. 10). Při dotyku na tuto kolonku se nám zobrazí displej, kde nalezneme nabídkové menu veškerých funkcí stroje včetně základních dat lyžaře a jeho výstroje.



Obrázek 10 Test vázání

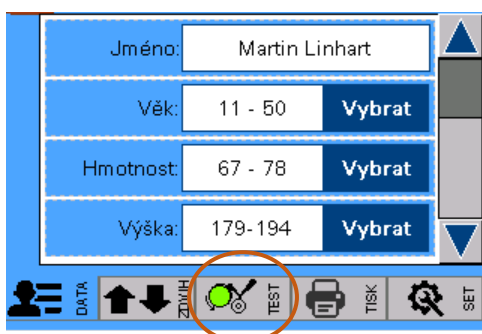
3.2.3. Data lyžaře a jeho výstroje

V nabídce se objeví data lyžaře –věk, hmotnost, výška, dovednost a délka podrážky (obr. 11)



Obrázek 11 Data

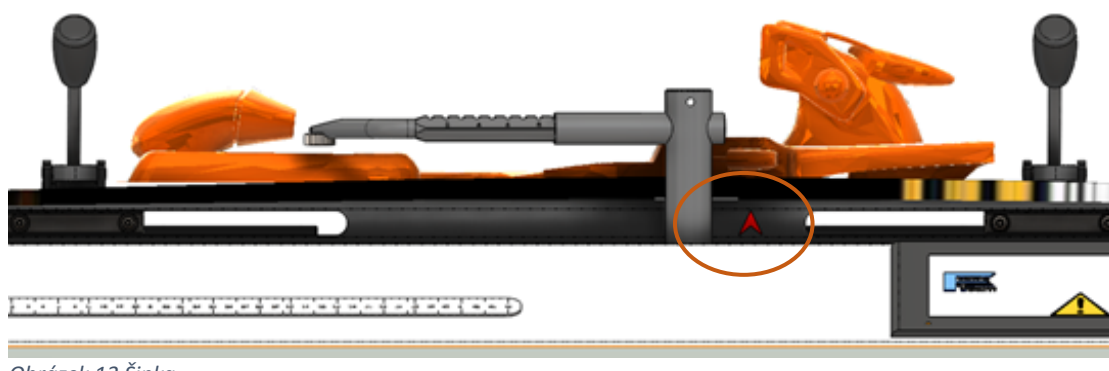
Pokud nevyplníme všechna povinná data, software systému nám neumožní přistoupit k vlastnímu testu vázání. Po splnění této nutné podmínky se nám v kolonce TEST změní barevná signalizace z barvy červené na barvu zelenou (obr. 12). Pro správnou a jasnou definici prováděného servisu doporučuji vyplnit veškeré poptávané údaje, včetně nepovinných.



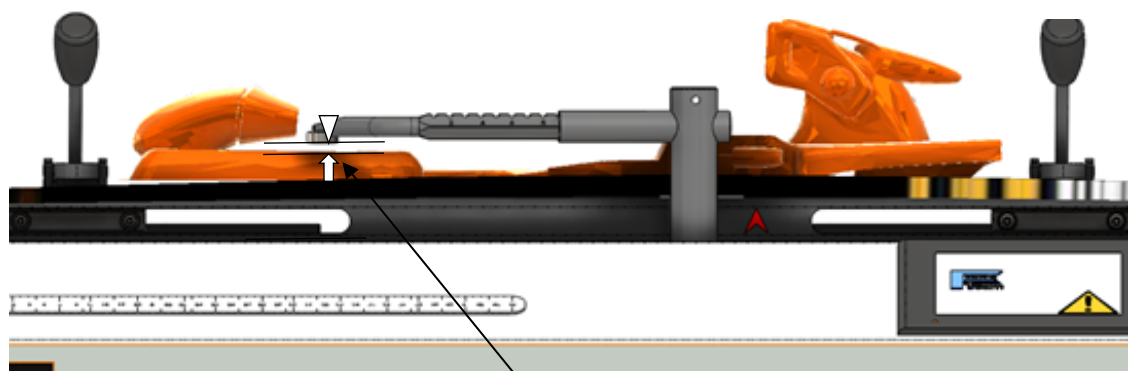
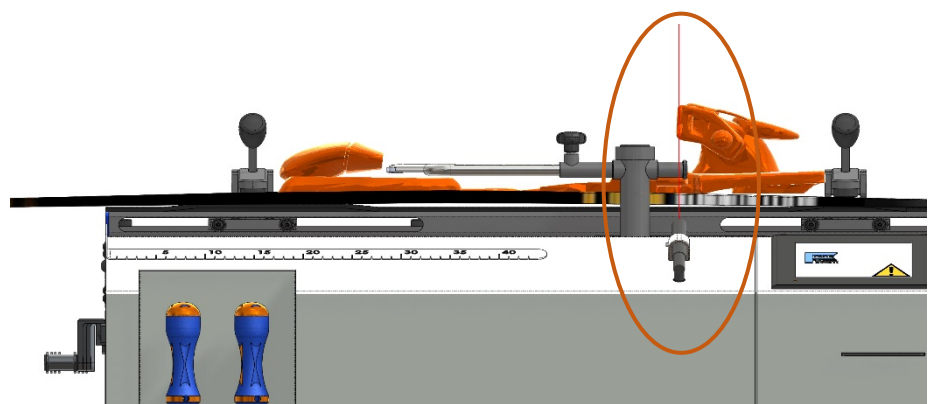
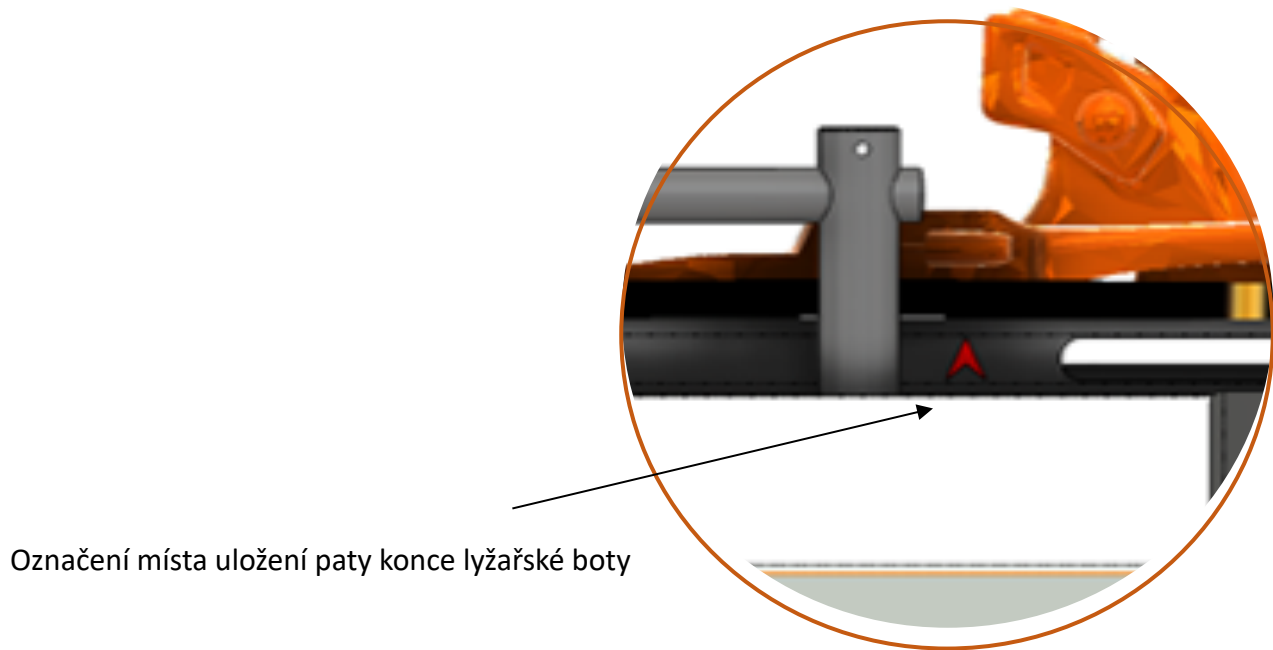
Obrázek 12 Test

3.2.4. Upnutí lyže a výškové nastavení testeru

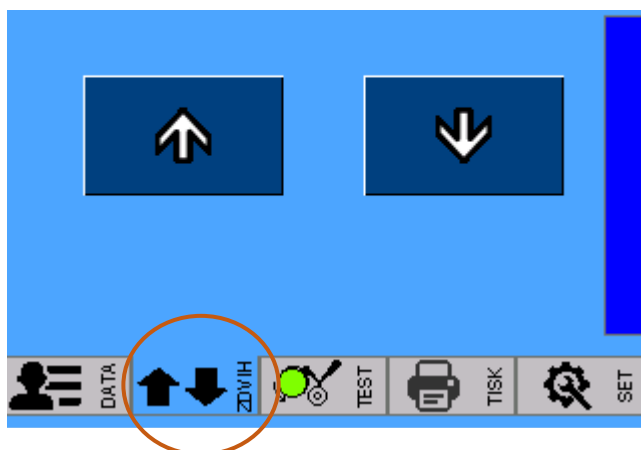
Předpokladem správného výškového nastavení testeru je správné délkové nastavení lyžařského vázání na lyži, a to v závislosti na délce lyžařské boty, která musí být upnuta do vázání se správným předpětím předepsaným výrobcem daného typu vázání. Tato podmínka je nutná pro správné nastavení vypínacích sil na špičce i patě vázání. Následně můžeme přistoupit k uchycení lyže a k výškovému nastavení testeru. Lyži vložíme do korpusu stroje a uchytíme ji pomocí svěrek do jasně definované polohy. Tuto polohu určuje šipka na korpusu stroje (obr. 13. a 16) nebo na zvláštní přání laser (obr. 15), který se spouští pomocí kolébkového přepínače na pravé postranici stroje. Na označeném místě se musí nacházet konec lyžařské obuvi (podrážka boty). Po upevnění lyže nastavíme ramena výhozu, a to do míst výkluzů na špičce lyžařského vázání.



Obrázek 13 Šipka



Po upnutí lyže do správné polohy a nastavení ramen výhozu do míst výkluzů špičky vázání (obr. 16) se dotykem na kolonku se šipkami (obr. 17) na liště ve spodní části obrazovky objeví displej se šipkami, kde dotekem na příslušnou šipku lze v horizontálním směru nastavit výšku testeru tak, aby ramena výhozu se volně pohybovala nad výkluzy špičky vázání 5 – 7 mm (obr. 16).



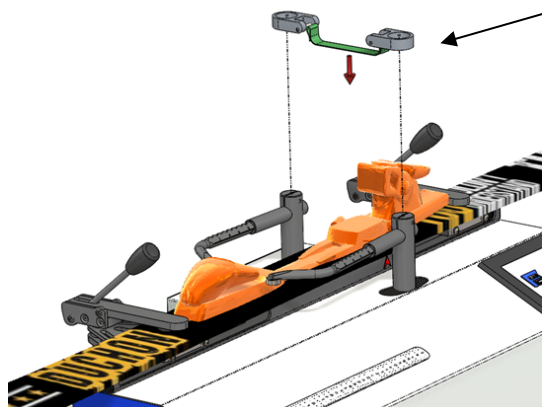
Obrázek 17 kolonka zdvih

3.2.5. Upnutí lyžařské boty

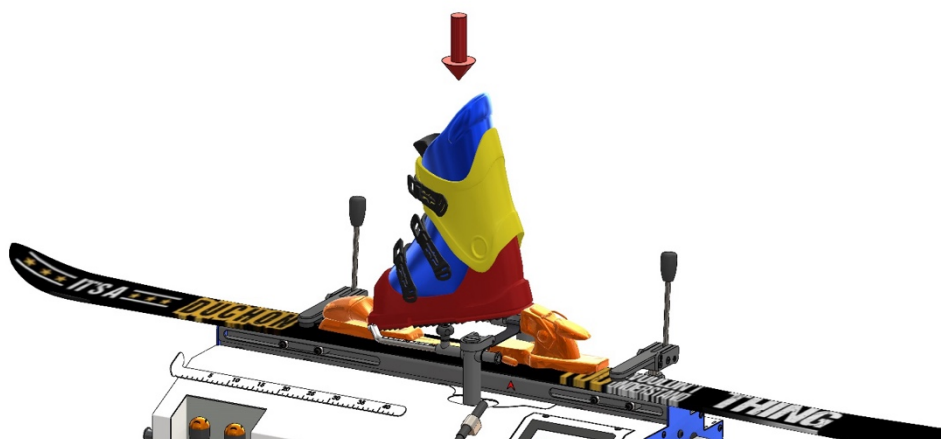
Pokud je tester výškově nastaven, můžeme přistoupit k upnutí lyžařské boty do vázání. Nejdříve musíme na unašeče ramen výhozu nasadit přípravek s tkalounem tak (obr. 18), aby tkaloun byl v ose unašečů ramen a nad nášlapem brzdíčky lyžařského vázání. Lyžařskou botu nasuneme do špičky lyžařského vázání a ručním (obr.15) nebo na zvláštní přání automatickým způsobem zatlačíme, upneme botu do paty lyžařského vázání. Tím je příprava dokončena a můžeme přistoupit k vlastnímu testu vázání.

A. ruční upnutí

Přípravek s tkalounem



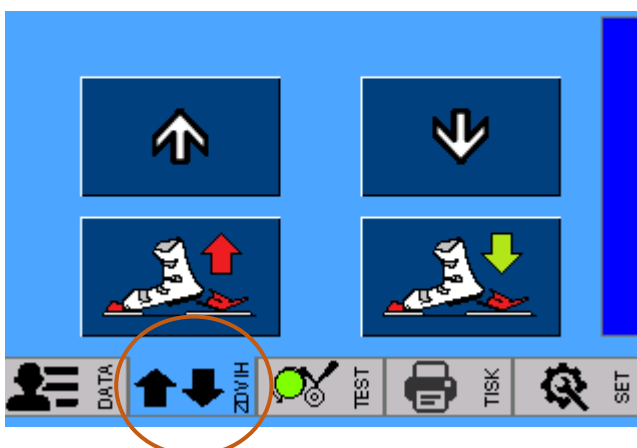
Obrázek 18 Přípravek s tkalounem



Obrázek 19 Nasunutí lyžařské boty

B. automatické upnutí

V nabídce SET sepne ANO pro automatické sepnutí boty. Po vložení lyžařské boty do špičky vázání a po doteku na kolonku, „Zdvih“ (obr. 22) se nám zobrazí display. Dotekem na kolonku s lyžařskou botou a šipkou směrem nahoru se nám mechanismus zvedne do horní úvratí. Do skeletu v zadní části lyžařské obuvi zasuneme šířkově vhodnou kladku. Tkaloun se suchým zipem navedeme ze zadního držáku vyhazovacího ramene přes kladku na držák předního vyhazovacího ramene, suchý zip sepne tak, aby tkaloun byl v napnutém stavu. Následným dotykem na kolonku s lyžařskou obuvi a šipkou směrem dolů dojde k zasunutí lyžařské boty do patky vázání. Při vlastním měření je vhodné tkaloun uvolnit (obr. 21).



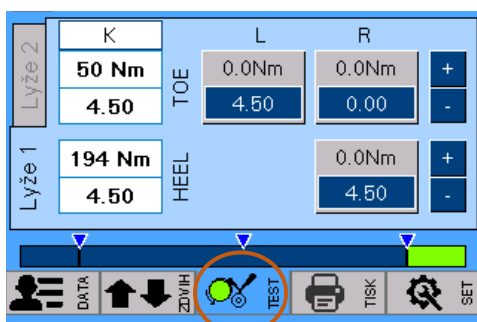
Obrázek 21 Kolonka zdvih



Obrázek 20 Zasunutí lyžařské boty

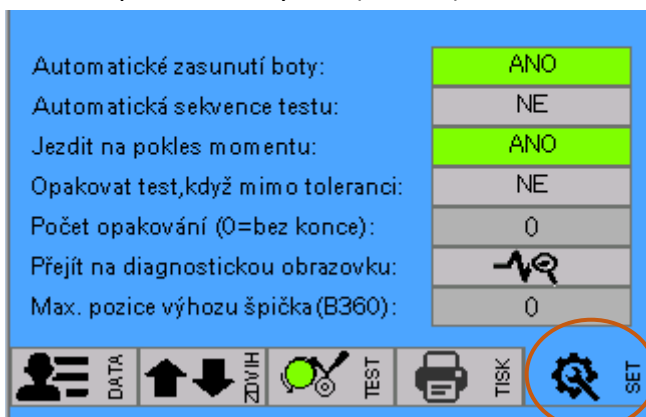
3.2.6. Test Vázání

Při doteku na kolonku „TEST“ se nám na displeji zobrazí vypínací momenty síly a tomu odpovídající předpokládané číselné nastavení lyžařského vázání, vše dle normy DIN ISO 11088 (obr. 20). Před vlastním testem vypínacích sil nastavíme na špičce i patce lyžařského vázání doporučené číselné hodnoty. Kromě hodnot daných normou DIN jsou na displeji zobrazeny také tři kolonky pro testy vázání, a to ve směru doleva, doprava na špičce vázání a dále ve směru nahoru pro test patky vázání.



Obrázek 22 Vlastní test

Proces vlastního testu lze provést několika způsoby, a to v závislosti na výběru v nabídkovém menu v servise pro zákazníky SET (obr. 23).



Obrázek 23 Kolonka set

- automatické zasunutí boty ANO/NE
- automatická sekvence testu ANO/NE
- opakovat test, když je mimo toleranci ANO/NE
- možnost nastavit počet opakování

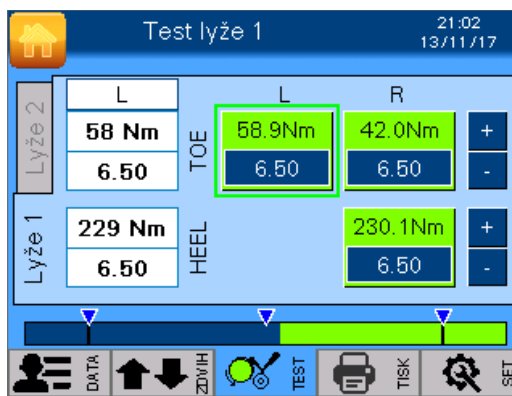
Zvolíme v nabídce SET jednu z možných variant, nejpoužívanější a nejrozšířenější je automatická sekvence testu s jízdou na pokles momentu.

A. test v automatickém režimu

Při doteku na jednu z kolonek L, R dojde k výhozu boty na špičce vázání. Pokud změřená hodnota odpovídá hodnotě požadované, kolonka se rozsvítí zeleně a cyklus automaticky pokračuje vrácením boty do základní polohy a k výhozu boty na opačnou stranu. Pokud i tato naměřená hodnota je v pořádku, tak dojde k vrácení boty do základní polohy, automatickému přestavení mechanismu a k výhozu na patě.

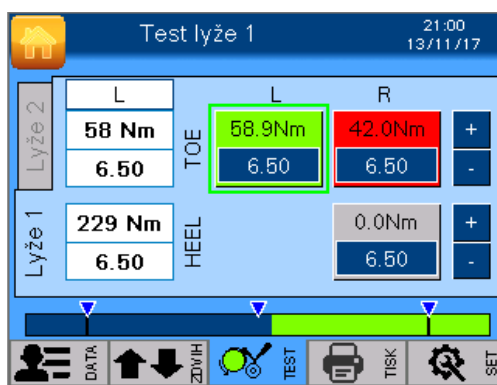
Je důležité botu při výhozu na patě přidržet, jinak nekontrolovatelně vyletí ze stroje a může přivodit zranění obsluhy nebo může dojít k poškození stroje, jmenovitě k rozbití dotykového displeje!

Pokud všechny naměřené hodnoty odpovídají hodnotám požadovaným, můžeme přistoupit k testu druhé lyže (obr. 24).



Obrázek 24 Test lyže

V případě, že jedna z naměřených hodnot neodpovídá, kolonka se rozsvítí červeně (obr. 25) a je nutné provést číselnou korekci na vázání v souladu s hodnotami na grafu. V případě, že naměřená hodnota je vyšší je nutné provést číselnou korekci směrem dolů, v opačném případě směrem nahoru. Dotykem na kolonku červeně zbarvenou uvedeme stroj opět do testovacího režimu.



Obrázek 25 Červená kolonka

Tento postup opakujeme tak dlouho, dokud všechny kolonky nesvítí zeleně. Zároveň je nutné skutečnou hodnotu nastavení vázání zaznamenat do kolonek L, R, H a to pomocí znamének +, -. Tato skutečná hodnota nastavení vázání se objeví na protokolu spolu se všemi zadávanými údaji. Tím je zajištěna následná kontrola seřízení vázání provedená servisem.

B. test v manuálním režimu

V nabídce SET musíme nastavit automatická sekvence testu NE. Vše stejné jak popisovaný režim automatický s tím rozdílem, že spuštění jednotlivých testu L, R, H provádíme ručně dotekem na příslušnou kolonku.

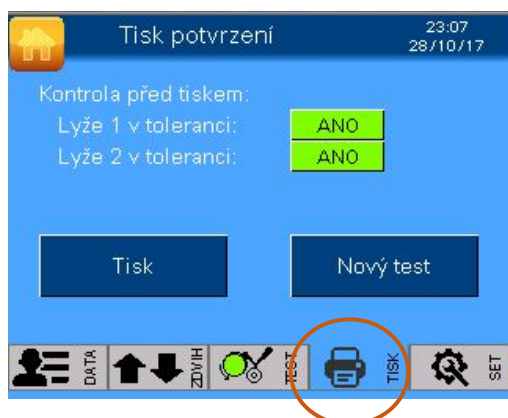
C. test v automatickém režimu s cyklickým testem špičky

V nabídce SET musíme nastavit opakovat test, když je mimo toleranci ANO, možno zvolit počet opakování. Vše stejné jako u automatického režimu s tím rozdílem, že tester provádí výhoz doleva, doprava v nastaveném počtu cyklu tak dlouho, dokud se neprovede správné číselné nastavení špičky vázání a dokud obě kolonky nesvítí zeleně.

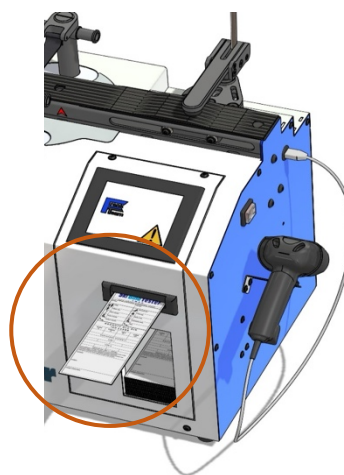
3.2.7. Tisk měřicího protokolu

Po provedeném testu obou lyží můžeme přistoupit k vytištění měřicího protokolu.

Dotykem na kolonku „TISK“ se nám zobrazí displej (obr. 26).



Obrázek 26 Kolonka tisku



Obrázek 27 Tisk karty

Předtištěný protokol vložíme do štěrbin v přední části krytu (obr.27) na doraz a dotkneme se tlačítka tisk. Po automatickém nastavení parametru tiskárny dojde k vytištění všech zadaných a naměřených hodnot, protokol vyjede z tiskárny do výchozí polohy. Dotykem na kolonku „nový test“ je celý proces testu ukončen a stroj připraven k zadávání nových dat pro další měření a testování.

4. Evropská norma DIN ISO 11088

4.1. Popis

Je to dokument DIN ISO 11088:2016-05 zabývající se standardizací postupů pro montáž, nastavení a kontrolu alpského lyžařského systému lyže-vázání-bota (S-B-B). Cílem je zajistit, aby dohromady tyto věci zajistili bezpečnost lyžaře tím, že bude správně nastaveno lyžařské vázání, a tím aby se i eliminovalo riziko zranění.

Dále jsou v dokumentu zmíněny normativní odkazy, které jsou jeho nezbytnou součástí. Tyto odkazy zahrnují různé ISO normy týkající se lyžařských bot, vázání jako jsou normy:

- **ISO 5355:** "Alpské lyžařské boty - Požadavky a metody testování"
- **ISO 8061:** "Alpské lyžařské vázání - Výběr hodnot uvolňovacího momentu"
- **ISO 8364:** "Alpské lyže a vázání - Oblast montáže vázání - Požadavky a metody testování"
- **ISO 9462:** "Alpské lyžařské vázání - Požadavky a metody testování"
- **ISO 9523:** "Turistické lyžařské boty pro dospělé - Rozhraní s turistickým lyžařským vázáním - Požadavky a metody testování"
- **ISO 11087:** "Alpské lyžařské vázání - Zařízení pro udržení - Požadavky a metody testování"
- **ISO 11110:** "Vybavení pro zimní sporty - Testovací zařízení pro nastavení funkční jednotky lyže/bota/vázání - Požadavky a metody testování"
- **ISO 13992:** "Vázání pro skialpinismus - Požadavky a metody testování"
- **ISO 13993:** "Praxe v půjčovnách lyžařského vybavení - Vzorkování a kontrola kompletních a nekompletních systémů alpského lyže/vázání/bota v půjčovnách"

4.2. Popis DIN tabulky

Table B.1 — Release value selection using skier's weight

Mandatory release values					Examples for initial indicator valueText ^a							
Skier's parameters			Inspection parameters		z ^b							
Skier's mass	Skier's height	Skier code	Twist M _Z	Forward lean M _Y	≤230mm	231 mm to 250 mm	251 mm to 270 mm	271 mm to 290 mm	291 mm to 310 mm	311 mm to 330 mm	331 mm to 350 mm	≥351 mm
kg	m		Nm	Nm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
—	—	-	5	18	—	—	—	—	—	—	—	—
10 to 13	—	A	8	29	0,75	0,75	0,75	—	—	—	—	—
14 to 17	—	B	11	40	1,00	0,75	0,75	0,75	—	—	—	—
18 to 21	—	C	14	52	1,50	1,25	1,25	1,0	—	—	—	—
22 to 25	—	D	17	64	2,00	1,75	1,50	1,5	1,25	—	—	—
26 to 30	—	E	20	75	2,50	2,25	2,00	1,75	1,50	1,50	—	—
31 to 35	—	F	23	87	3,00	2,75	2,50	2,25	2,00	1,75	1,75	—
36 to 41	—	G	27	102	—	3,50	3,00	2,75	2,50	2,25	2,00	—
42 to 48	≤1,48	H	31	120	—	—	3,50	3,0	3,00	2,75	2,50	—
49 to 57	1,49 to 1,57	I	37	141	—	—	4,50	4,0	3,50	3,50	3,0	—
58 to 66	1,58 to 1,66	J	43	165	—	—	5,50	5,0	4,50	4,00	3,50	3,00
67 to 78	1,67 to 1,78	K	50	194	—	—	6,50	6,0	5,50	5,00	4,50	4,00
79 to 94	1,79 to 1,94	L	58	229	—	—	7,50	7,0	6,50	6,00	5,50	5,00
≥95	≥1,95	M	67	271	—	—	—	8,50	8,00	7,00	6,50	6,00
—	—	N	78	320	—	—	—	10,00	9,50	8,50	8,00	7,50
—	—	O	91	380	—	—	—	11,50	11,00	10,00	9,50	9,00
—	—	—	105	452	—	—	—	—	—	12,00	11,00	10,50
—	—	—	121	520	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	137 ^d	588 ^d	—	—	—	—	—	—	—	—

NOTE 1 For skiers of 13 kg and under, no further correction is appropriate.

NOTE 2 For skiers of 17 kg and under, skier type -1 (see A.2.1) is inappropriate.

^a These are only the starting point in the binding setting process and may need to be modified in order to achieve the correct measured release value.

^b (Pre-setting), depending on boot sole length.

^c Lowermost tolerance limit.

^d Uppermost tolerance limit.

4.2.1. Parametry lyžaře

Zde jsou definovány základní parametry, které je třeba určit pro správné nastavení vázání:

- Hmotnost
- Výška
- Typ lyžování
- Věk
- Délka boty

4.2.2. Výběr individuálních uvolňovacích hodnot M_z a M_y

Podle Tabulky viz foto nahoře jsou vybrány potřebné uvolňovací hodnoty M_z a M_y od 220 do 360 mm. Tato tabulka umožňuje nastavit vázání tak, aby odpovídalo hmotnosti a výšce lyžaře a zohledňovalo jeho lyžařský typ.

Tyto informace zajišťují, že vázání bude správně fungovat v souladu s vlastnostmi a dovednostmi lyžaře.

Následující body, které zahrnuje DIN ISO norma shrnují klíčové kroky a postupy, které jsou nezbytné pro správnou montáž a funkčnost při seřizování lyžařského vázání:

1. DIN ISO říká, že je nezbytné, aby všechny části (lyže, vázání, boty) byly v souladu s příslušnými mezinárodními normami, aby byla zajištěna jejich vzájemná kompatibilita a bezpečnost. Například, normy ISO 5355 a ISO 9523 určují požadavky pro lyžařské boty, zatímco ISO 9462 a ISO 13992 specifikují kritéria pro lyžařská vázání. Tyto normy zajistí, že vybavení splňuje mezinárodně uznávané standardy bezpečnosti a funkčnosti.
2. Před montáží je důležité provést důkladnou vizuální kontrolu všech použitých dílů. To zahrnuje kontrolu lyží, bot a vázání na přítomnost opotřebení, poškození nebo nedostatků. Speciální pozornost by měla být věnována botám, kde je nutné zkontrolovat stav podrážky a ujistit se, že všechny přezky a další zajišťovací mechanismy jsou funkční.

3. Montáž musí být provedena s pečlivým dodržováním výrobních specifikací a instrukcí. Je důležité použít správné nástroje a postupy, včetně doporučené vrtačky podle Přílohy E pro vyvrtávání otvorů, kde je potřeba aplikovat lepidlo nebo závit podle specifikací výrobce lyží. Dále je třeba dbát na to, aby nové otvory nebyly příliš blízko stávajícím, aby nedošlo k poškození materiálu lyže.
4. Nastavení vázání s botou by mělo být provedeno striktně dle pokynů výrobce vázání. Toto zahrnuje správné umístění a nastavení vázání tak, aby odpovídalo specifickým parametrům boty a zajišťovalo správnou funkci uvolňovacího mechanismu.
5. Po montáži a nastavení je nutné provést funkční kontrolu, aby se ověřilo, že vázání správně drží botu a zároveň umožňuje její správné uvolnění podle nastavených parametrů. Kontroluje se vizuálně i mechanicky, že všechny části systému fungují jak mají a zda se bota po lehkém posunutí vrací do své počáteční polohy bez většího odchylny.

4.2.3. Postup pro Měření vypínacího momentu

Jedná se o proces, kde se vázání nejdříve před samotným testem rozhybe do stran. Dělá se to z důvodu toho, že hodně starých vázání má ztvrdlé pružiny a je potřeba vykonat několik cyklů uvolnění, aby se mechanismy vázání ustálily ve svých provozních pozicích.

4.2.4. Testování sil ve vázání ve stroji na seřizování vázání

Používá se speciální testovací stroj, který je schopen měřit sílu potřebnou k uvolnění vázání. Tento stroj by mělo být pravidelně kalibrování každé 2 roky pomocí kalibračního přípravku.

4.2.5. Provedení měření

Výsledné měření se provádí následováním instrukcí výrobce testovacího zařízení. Kontroluje se, zda hodnoty M_z a M_y (momenty uvolnění ve vertikálním a horizontálním směru) odpovídají nastaveným hodnotám uvedeným v DIN tabulce (přiložené foto).

4.2.6. Korekce nastavení dle

Pokud síly po provedení měření na špičce a patě spadají do tolerovaného rozmezí tolerance $\pm 15\%$, není potřeba provádět další měření. Pokud však měřené hodnoty přesahují tyto limity, je třeba provést další zkoušku na vázání a případně další testování, aby se zajistilo, že vázání je správně seřízeno dle DIN tabulky a sil.

4.3. Typ lyžaře

V této části se norma věnuje klasifikaci lyžařské dovednosti, podle kterého se určuje typ lyžaře, který má za následek ubrání nebo přidání síly, která se projeví ve výsledném nastavení vázání.

Lyžař před seřízením vázáním je povinen určit svou lyžařskou zdatnost na základě osobních schopností a stylu lyžování. Tato klasifikace je základem pro nastavení lyžařského vázání, které by mělo vyplývat z lyžařových potřeb a předpokladů.

4.3.1. Klasifikace lyžařů

Norma rozděluje lyžaře do tří základních typů:

- **Typ 1 (začátečník):** Tato dovednost je určena pro začínající lyžaře nebo ty, kteří preferují opatrné lyžování na mírných svazích anebo pro ty, kteří nikdy nestáli na lyžích. Nastavení vázání se projevuje tak, že umožní snadnější uvolnění boty při pádu, čímž zvýší bezpečnost lyžaře.
- **Typ 2 (rekreační):** Lyžaři, kteří jsou již sebejistější, sjedou všechny typy sjezdovek, jezdí smýkavé oblouky.
- **Typ 3 (sportovní):** Jedná se o lyžaře, kteří preferují rychlé a agresivní sjezdy na strmých svazích. Musí se zajistit vyšší hodnoty nastavení vypínací síly vázání pro minimalizaci jeho nechtěného uvolnění.

Pro navržení kalibračního přípravku bylo nutné provést přepočítání uvolňovacích momentů M_z a M_y na vypínací síly působící na lyžařskou obuv, a to v celém rozsahu délek podrážek bot od 220 do 360 mm. Viz příložený dokument.

4.4. Přepočtení tabulka Nm na Síly

Mandatory release values					CALIBRATION VALUE for Diatronic					
Skier's parameters			Inspection param.		"SL" - Sole Length					
Skier's mass kg	Skier's height m	Skier code	Twist MZ Nm	For- ward lean MY Nm	220 mm			240 mm		
"SC" - Sole correction -80 (in m)					0.140			0.160		
Force					F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel
—	—	-	5	18	-	-	-	-	-	-
10 to 13	—	A	8	29	57	207	-	50	181	-
14 to 17	—	B	11	40	79	286	-	69	250	-
18 to 21	—	C	14	52	100	371	-	88	325	-
22 to 25	—	D	17	64	121	457	229	106	400	-
26 to 30	—	E	20	75	143	536	-	125	469	268
31 to 35	—	F	23	87	164	621	-	144	544	-
36 to 41	—	G	27	102	-	-	-	169	638	-
42 to 48	≤1,48	H	31	120	-	-	-	-	-	-
49 to 57	1,49 to 1,57	I	37	141	-	-	-	-	-	-
58 to 66	1,58 to 1,66	J	43	165	-	-	-	-	-	-
67 to 78	1,67 to 1,78	K	50	194	-	-	-	-	-	-
79 to 94	1,79 to 1,94	L	58	229	-	-	-	-	-	-
≥95	≥1,95	M	67	271	-	-	-	-	-	-
—	—	N	78	320	-	-	-	-	-	-
—	—	O	91	380	-	-	-	-	-	-
—	—	—	105	452	-	-	-	-	-	-
—	—	—	121	520	-	-	-	-	-	-
—	—	—	137	588	-	-	-	-	-	-

Mandatory release values						CALIBRATION VALUE for Diatronic																							
Skier's parameters			Inspection param.			"SL" - Sole Length																							
Skier's mass kg	Skier's height m	Skier code	Twist MZ Nm	For-ward MY Nm		220 mm			240 mm			260 mm			280 mm			300 mm			320 mm			340 mm			360 mm		
"SC" - Sole correction -80 (in m)						0.140			0.160			0.180			0.200			0.220			0.240			0.260			0.280		
Force						F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel	F-toe	F-heel	F-cor heel
—	—	—	5	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10 to 13	—	A	8	29	57	207	—	50	181	—	44	161	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14 to 17	—	B	11	40	79	286	—	69	250	—	61	222	—	55	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18 to 21	—	C	14	52	100	371	—	88	325	—	78	289	—	70	260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22 to 25	—	D	17	64	121	457	229	106	400	—	94	356	—	85	320	—	77	291	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26 to 30	—	E	20	75	143	536	—	125	469	268	111	417	—	100	375	—	91	341	—	83	313	—	—	—	—	—	—	—	
31 to 35	—	F	23	87	164	621	—	144	544	—	128	483	—	115	435	—	105	395	—	96	363	—	88	335	—	—	—	—	
36 to 41	—	G	27	102	—	—	—	169	638	—	150	567	364	135	510	—	123	464	—	113	425	—	104	392	—	—	—	—	
42 to 48	<1.48	H	31	120	—	—	—	—	—	—	172	667	—	155	600	—	141	545	—	129	500	—	119	462	—	—	—	—	
49 to 57	1.49 to 1.57	I	37	141	—	—	—	—	—	—	206	783	—	185	705	504	169	641	—	154	588	—	142	542	—	—	—	—	
58 to 66	1.58 to 1.66	J	43	165	—	—	—	—	—	—	239	917	—	215	825	—	195	750	589	179	688	—	165	635	—	154	589	589	
67 to 78	1.67 to 1.78	K	50	194	—	—	—	—	—	—	278	1078	—	250	970	—	227	882	—	208	808	—	192	746	—	179	693	693	
79 to 94	1.79 to 1.94	L	58	229	—	—	—	—	—	—	322	1272	—	290	1145	—	264	1041	—	242	954	818	223	881	—	207	818	818	
≥95	≥1.95	M	67	271	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	N	78	320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	O	91	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	105	452	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	121	520	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	137	588	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

$$F\text{-toe} = \frac{\text{Twist MZ (Nm)}}{\text{SC (m)}} = \frac{17}{0.140} = 121$$

$$F\text{-heel} = \frac{\text{For-ward MY (Nm)}}{\text{SC (m)}} = \frac{64}{0.140} = 457$$

$$F\text{-cor heel} = \frac{\text{SC (m)}}{\text{AL SBT (m)}} * F\text{-heel} = \frac{0.14}{0.28} * 457 = 229$$

5. Tenzometrická měřidla

Tenzometrické měření je klíčovou technologií v mnoha aplikacích, od monitorování strukturální integrity mostů a budov až po testování materiálů v laboratořích a vývoj nových produktů v průmyslu.

5.1. Rozdělení tenzometrů

Tenzometry se mohou dělit:

A. podle materiálu

Odporové tenzometry: Obvykle vyrobené z materiálů jako je konstantan nebo niklchrom, které mají dobré vlastnosti pro změnu odporu při deformaci.

Polovodičové tenzometry: Nabízí vyšší citlivost než kovové tenzometry díky využití piezorezistivního efektu v polovodičových materiálech.

B. podle konstrukčního provedení

Drátkové tenzometry: Tyto tenzometry mají drátek roztažený mezi dvěma body, který se deformuje spolu s materiálem.

Fóliové tenzometry: Používají kovovou fólii vyleptanou na substrátu, která se deformuje a mění svůj odpor.

Polovodičové tenzometry: Využívají změnu odporu v polovodičovém materiálu způsobenou mechanickou deformací.

C. podle aplikace

Povrchové tenzometry: Lepí se na povrch zkoumaného objektu a snímají deformace v daném místě.

Vestavěné tenzometry: Jsou integrovány přímo do materiálu nebo struktury během výroby.

D. podle odpovědi na teplotu

Tenzometry s teplotní kompenzací: Speciálně navržené k minimalizaci chyb způsobených změnami teploty.

Tenzometry bez teplotní kompenzace: Standardní tenzometry, které mohou být ovlivněny vnějšími teplotami.

5.2. Odporové tenzometry

Odporový tenzometr obvykle obsahuje vyleptanou tenkou kovovou nebo polovodičovou fólii. Když materiál, na který je tenzometr přilepen, podstoupí mechanickou deformaci (např. natažení nebo stlačení), tak se deformuje také fólie tenzometru. Tato deformace mění délku a průřez vodiče, což vede ke změně jeho elektrického odporu. (7)

Změna odporu je úměrná míře deformace a lze ji kvantitativně měřit pomocí vhodně navržených elektrických obvodů, typicky s využitím Wheatstoneova můstku.

5.2.1. Polovodičové tenzometry

Polovodičové tenzometry představují specifickou kategorii senzorů, které využívají piezorezistivní jev v polovodičových materiálech k detekci mechanické deformace. Tento jev zahrnuje změnu elektrického odporu materiálu v důsledku mechanického napětí. Polovodičové tenzometry nabízí několik výhod oproti tradičním kovovým tenzometrům, ale také přinášejí určité výzvy. (7) (8)

Polovodičové tenzometry fungují na principu piezorezistence, kdy je změna odporu mnohem výraznější než u kovových tenzometrů. Změna odporu v polovodičových materiálech je způsobena deformací krystalické mřížky, která ovlivňuje pohyb nositelů náboje (elektronů a děr). Při aplikaci mechanického napětí dojde k přesunutí atomů v krystalové struktuře, což má za následek změnu vlastností materiálu spojenou s elektrickým odporem.

Výhody

Vysoká citlivost: Polovodičové tenzometry jsou až 70krát citlivější než kovové tenzometry, což umožňuje detekci velmi jemných deformací.

Menší rozměry: Díky vyšší citlivosti mohou být polovodičové tenzometry vyráběny v menších rozměrech

Rychlá odezva: Polovodičové materiály mají rychlejší odezvu na změny napětí

Nevýhody

Teplotní citlivost: Polovodičové tenzometry jsou velmi citlivé na změny teploty, což může ovlivnit měření, pokud není správně kompenzováno.

Křehkost: Polovodičové materiály jsou obecně křehčí než kovy, což může znamenat riziko poškození při manipulaci nebo provozu.

6. Tenzometrický snímač S-22 T



Obrázek 29 Tenzometrické snímače (18)



Obrázek 30 Tenzometrický snímač (18)

Pro snímání vypínacích sil jsem si zvolil snímač S-22 T s rozsahem snímaných sil 0-5kN od firmy LUKAS, který má ve výrobě snímačů více než 20-ti letou zkušenost. (9)

Tenzometrický siloměr typ S-22 je vyroben z nerezové oceli a je určen pro měření tahových a tlakových sil. Nabízí možnost měření v rozsahu od 0,5 do 10 kN. Tento siloměr je vybaven speciálními kovovými tenzometry, které zajišťují přesné měření. Siloměr je odolný vůči teplotním změnám a je schopen odolat přetížení až do 150 % svého maximálního zatížení.

6.1. Aplikace

U tohoto typu siloměru je nutné působit silou kolmo na čochku. V žádném případě nesmíme působit na plochu siloměru v okolí čochky, protože tato část snímače je zároveň měřicí membránou. Snímač musí být při zatěžování celou svou spodní dosedací plochou opřen o rovnou podložku případně uchycen k podložce šrouby.

Tenzometr je senzor, který měří mechanické napětí (deformaci) objektu, na který je připevněn. Princip spočívá v detekci změn elektrického odporu, které jsou vyvolány aplikovaným napětím. Změny v odporu jsou přímo úměrné míře deformace materiálu, což umožňuje získávat data o mechanických vlastnostech materiálů a jejich chování pod zátěží. (7)

6.2. Princip tenzometru

Základním principem fungování tenzometru je schopnost materiálu změnit svůj elektrický odpor v reakci na mechanické napětí. Tenzometry obvykle obsahují kovovou nebo polovodičovou mřížku, která je přilepena na pružný materiál. Když se materiál stlačuje, mění se také geometrie této mřížky, což vede k změně elektrického odporu. Tato změna je měřitelná a může být převedena na elektrický signál, který lze dále analyzovat. (8)

6.2.1. Můstek

Můstek je elektrické zapojení, které se používá k měření různých fyzikálních veličin. V případě tenzometrického měření se můstek používá k přesnějšímu vyhodnocení změn odporu, které jsou způsobeny deformací tenzometru.

(10) (11)

Wheatstoneův můstek je elektronické zařízení používané k měření elektrických odporů. Funguje na principu porovnání neznámého odporu s jedním nebo více známými odpory. Jeho použití je vhodné pro přesné měření odporů. (7) (8)

Tento způsob měření je aplikovaný jednak ve stroji Diatronic viz. obrázek, tak i u navrhovaného tenzometrického snímače S-22T.

Tento materiál vyniká vysokou pevností v tahu (460-540MPa). Využíván je v leteckém průmyslu a ve výrobě vysoce namáhaných strojních dílů. Nabízí tvrdost srovnatelnou s některými oceli. Slitina je velmi dobře obrobitelná, ale má omezenou svařitelnost a korozní odolnost. Ale i přes omezení ve svařování, lze 7075 efektivně spojovat jinými metodami, jako je lepení. Často se používá pro výrobu letadlových kování, ozubených kol a dalších dílů v automobilovém průmyslu (12)



Obrázek 31 Detail můstku ve stroji

Struktura Wheatstoneova můstku

Skládá se ze čtyř rezistorů (odporů) uspořádaných do čtverce. Dva z těchto rezistorů mají známé hodnoty, třetí je nastavitelný, a čtvrtý je rezistor s neznámým odporem, jehož hodnotu chceme zjistit. Tento čtverec je rozdělen na dvě části:

- A. vstupní strana (zdrojová),** kam přivádíme napětí (například z baterie).
- B. výstupní strana (měřicí),** kde měříme napětí.

Princip fungování můstku

Do jedné diagonály čtverce přivedeme elektrický proud ze zdroje. Výsledné napětí se změří mezi body na druhé diagonále, kde se setkávají odporové větve. Jako poslední pomocí nastavené hodnoty z jednoho z rezistorů se nastavuje hodnota tak dlouho, dokud napětí mezi měřenými body není nula. V tomto stavu jsou poměry odpovídajících rezistorů v obou větvích rovné. (8)

Základní komponenty tenzometru

A. rezistor

Je základní sensorický prvek tenzometru, který mění svůj elektrický odpor v reakci na mechanické napětí. Obvykle je vyroben z tenkého kovového drátu nebo kovové fólie v závislosti na typu tenzometru.

B. nosný materiál

Rezistor je připevněn na nosný materiál, který může být vyroben z různých pružných materiálů plast nebo sklo. Tyto materiály slouží k přenosu napětí z testovaného objektu na rezistor.

C. ochranná vrstva

Rezistor a části nosného materiálu jsou často pokryty ochrannou vrstvou, která chrání tenzometr před vnějšími vlivy, jako je vlhkost a mechanické poškození.

7. Tenzometrické měřidlo TENZ 2145B

7.1. Popis

Pro správný převod signálu ze snímače S-22T mně bylo doporučeno měřidlo TENZ 2145B od firmy TERM.



Obrázek 32 Tenzometrické měřidlo TENZ 2145B (19)

Zařízení je určeno pro převod signálů z tenzometrického můstku na standardizované napěťové úrovně, které jsou následně měřeny a zobrazovány pomocí analogově-digitálního (AD) převodníku na dvouřádkovém LCD displeji. (13)

Základní funkce měřidla zahrnují:

Dvě ovládací tlačítka a USB rozhraní, které umožňuje připojení přístroje k počítači.

Vestavěný dobíjecí systém s akumulátory, který zajišťuje mobilní použití zařízení.

Čtyřpólové připojení typu XLR pro tenzometrický snímač a specifický napájecí konektor pro připojení síťového adaptéru (12V/500mA) pro dobíjení. (13)

Měřidlo nabízí několik pokročilých funkcí:

Monitorování stavu akumulátoru a signalizace poruchy snímače pro zajištění spolehlivého provozu.

Funkce nulování měřené hodnoty (tárování) a zobrazení maximálního výsledku měření pro efektivní správu dat.

Nastavitelná frekvence vzorkování od 50 Hz do 400 Hz, což umožňuje přizpůsobení rychlosti měření specifickým potřebám aplikace.

Přístroj je umístěn v robustní plastové skříňce, která chrání vnitřní komponenty a zároveň zajišťuje jednoduchou přenositelnost. Celkově je tenzometrické měřidlo TENZ2145B navrženo tak, aby poskytovalo spolehlivé a přesné měření napětí v různých průmyslových a výzkumných aplikacích. (13)

Mikropočítač a USB rozhraní

Středobodem zařízení je řídicí jednočipový mikropočítač, který koordinuje všechny operace měřidla. Všechny důležité nastavení, jako je zisk zesilovače, režim měření, jednotky měření a frekvence měření, jsou konfigurovatelné skrze uživatelské rozhraní a ukládány do trvalé paměti typu EEPROM. To umožňuje zachování nastavení i po vypnutí zařízení. Zařízení lze propojit s počítačem přes USB, což umožňuje další manipulaci s parametry a aktualizaci firmware. (13)

Tenzometrický snímač

Tenzometrický snímač je připojen čtyřvodičovým systémem k měřidlu přes konektor XLR. Snímač je napájen stabilizovaným napětím 5V a je chráněn dvojicí ochranných rezistorů. Přístroj automaticky detekuje a diagnostikuje běžné poruchy snímače a odráží tyto stavy na displeji prostřednictvím chybových hlášení, což pomáhá uživatelům rychle identifikovat a řešit technické problémy. (13)

Měřicí a výstupní parametry

Měřicí obvod měřidla je schopen zpracovávat signály s rozlišením až 16 bitů, což umožňuje velmi přesné měření. Rozsah měření je flexibilně nastavitelný, a to jak pro unipolární tak bipolární měření, s možností nastavení zisku, pozice desetinné tečky a jednotek zobrazených na displeji. Tyto možnosti umožňují uživatelům přizpůsobit měření konkrétním potřebám aplikace. (13)

Nastavení a kalibrace

Proces kalibrace zahrnuje nastavení multiplikačních konstant, které slouží k upravení měřené hodnoty tak, aby odpovídala skutečné hodnotě zatížení. To zahrnuje nulování měřidla s nezatíženým snímačem a jeho postupné zatěžování, čímž se ověřuje a upravuje přesnost měření podle skutečného zatížení. Tento proces je nezbytný pro zajištění, že zobrazené hodnoty přesně reflektují změřené fyzikální veličiny. (13)

Proces nastavení měřidla

- A. Zapojení a inicializace:** Přístroj je nejprve fyzicky připojen k počítači pomocí USB kabelu. Po zapnutí měřidla se aktivuje režim USB, který slouží pro komunikaci s počítačem. Tento režim je indikován na displeji zobrazením "USB".
- B. Kalibrace a konfigurace pomocí software:** Na počítači se spustí speciální software (např. TENZ2145B.EXE), který detekuje připojené měřidlo a umožňuje uživatelům přístup k jeho nastavením. Aplikace nabízí možnost čtení stávajících parametrů z měřidla nebo jejich načtení z uložených konfigurací. (13)
- C. Nastavení měřících parametrů:** Uživatel má možnost nastavit klíčové parametry, jako jsou zisk měřícího zesilovače, režim měření (unipolární/bipolární), jednotky měřeného signálu, polohu desetinné tečky, a frekvence měření. Tyto parametry ovlivňují, jak jsou signály zpracovány a zobrazeny. (13)
- D. Nastavení multiplikačních konstant:** Pro zajištění přesnosti měření se nastavují multiplikační konstanty, které upravují zobrazené hodnoty tak, aby odpovídaly skutečným měřeným veličinám. Tento krok zahrnuje testovací měření s známým zatížením, výpočet konstanty z poměru skutečné a zobrazené hodnoty, a její zadání do systému. (13)
- E. Uložení a aplikace nastavení:** Po dokončení nastavení jsou všechny parametry uloženy do paměti EEPROM měřidla, což zajišťuje, že měřidlo bude i po restartu pracovat s nově nastavenými hodnotami. Uživatel musí měřidlo restartovat, aby se změny projevíly. (13)

8. Kalibrační přípravek

Kalibrační přípravek jsem navrhl tak, aby se snadným způsobem uchytil ke stroji Diatronic IV (stávající otvory M8 v základním nosníku stroje) a dále aby byl universální pro všechny tři polohy měření. (měření sil působících do levé i pravé strany a dále i pro měření sil pro vypnutí paty lyžařského vázání. Dále jsem dbal na to, aby držák snímače S-22-T odpovídal všem podmínkám pro jeho upevnění daným výrobcem.

9. Zajištění kalibrace tenzometrického měřidla a tenzometrického snímače


Pro zajištění komunikace obou měřidel jsem využil laboratoře TZUS v Praze, kde Ing. Červenka provedl kalibraci tenzometrického snímače síly S22T propojený s digitální jednotkou TENZ 2145B, viz kalibrační list.





Obrázek 33 Tenzometrické měřidlo a snímač

9.1. Kalibrační protokol

KL 090-058134 1/2



Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.
Kalibrační laboratoř TZÚS Praha, s.p. – pobočka TIS
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9
kalibrační laboratoř č. 2275 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC
17025:2018
telefon 286 019 478, 286 019 479, 286 019 482 e-mail: cervenka@tzus.cz

KALIBRAČNÍ LIST č. 090-058134

Zakázka	Z090230097
Kalibrovaná položka	Tenzometrický snímač síly
Výrobce / Typ	Lukas / S-22T
Výrobní číslo	3115
Rozsah kalibrace	(0,100 – 2,500) kN - TLAK
Měřicí ústrojí	Digitální jednotka TENZ 2145B, v.č. 220315
Zákazník	SKI & TENIS SERVIS, Tůmova 1234, 517 41 Kostelec nad Orlicí
Datum přijetí kalibrované položky	16. února 2023
Datum provedení kalibrace	16. února 2023
Teplota prostředí	(24,0 ± 1,0) °C
Místo kalibrace	Kalibrační laboratoř
Kalibroval	Josef Červenka
Protokol zpracoval	Josef Červenka
Etalon	HBM RSCM / 2 kN, v.č. 1171834, ČMI Praha 8011-KL-F0114-22 HBM typ C4 / 20 kN, v.č. B41233, ČMI Praha 8011-KL-F0118-22 Digitální kompenzátor HBM DMP-40, v.č. 104120075
Použitá metoda	Interní předpis IP 0960K072


Výsledky měření jsou uvedeny na straně 2.

Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, který při normálním rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02 M:2013.

Měřidlo bylo opatřeno kalibrační značkou KL.

Poznámka : Výsledky měření platí pouze pro kalibrovanou položku, uvedenou v kalibračním listu. Kalibrační list nesmí být bez písemného souhlasu rozmnožován jinak než celý.

V Praze dne 16. února 2023





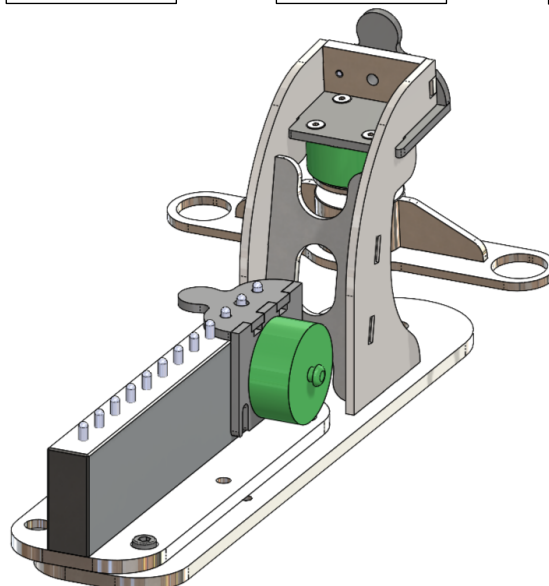
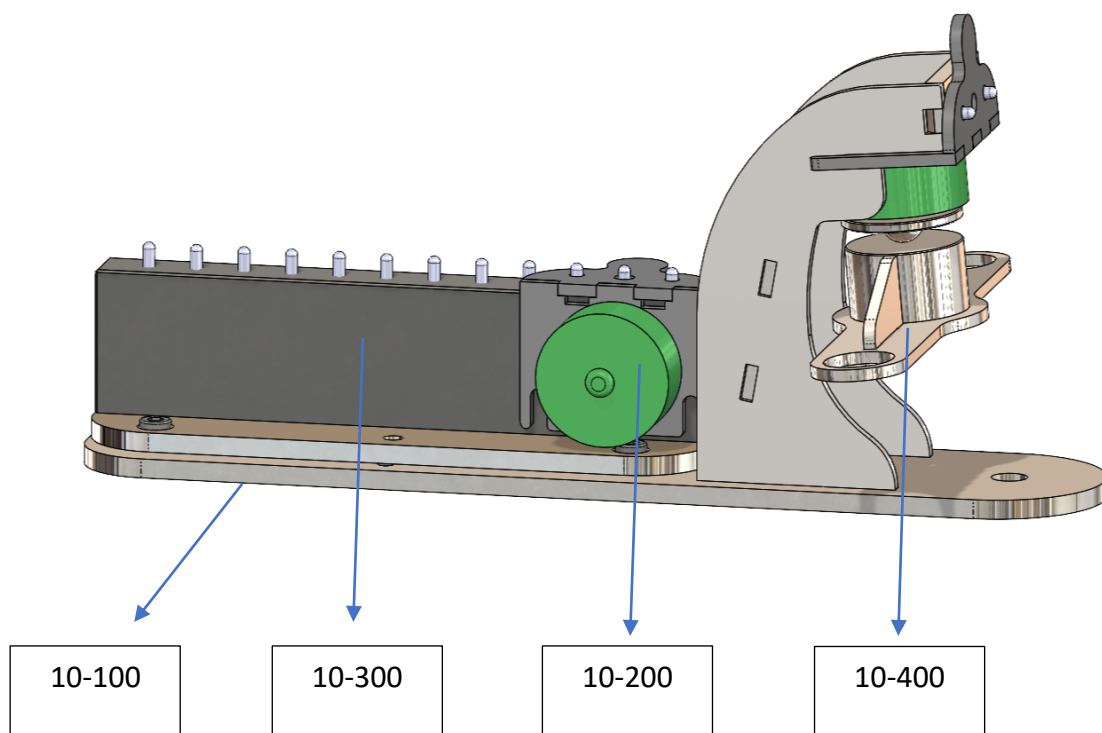
Josef Červenka
vedoucí kalibrační laboratoře

Obrázek 34 Kalibrační list

10. Vlastní konstrukce přípravku

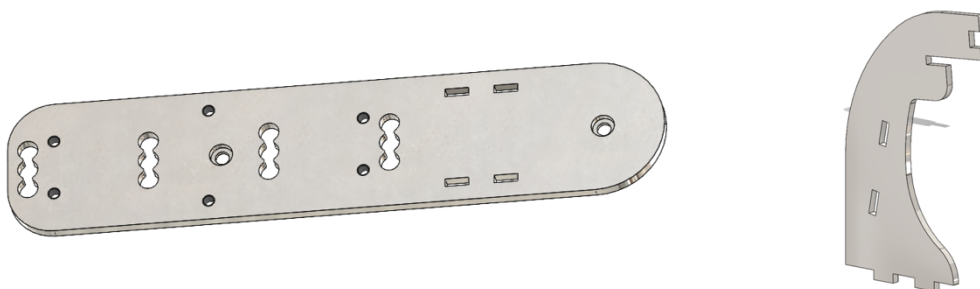
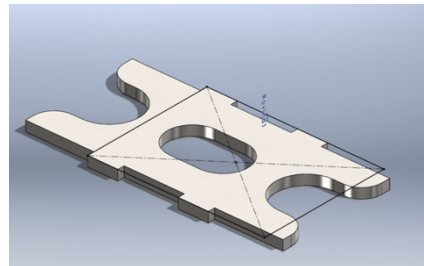
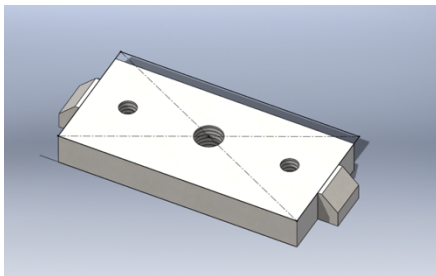
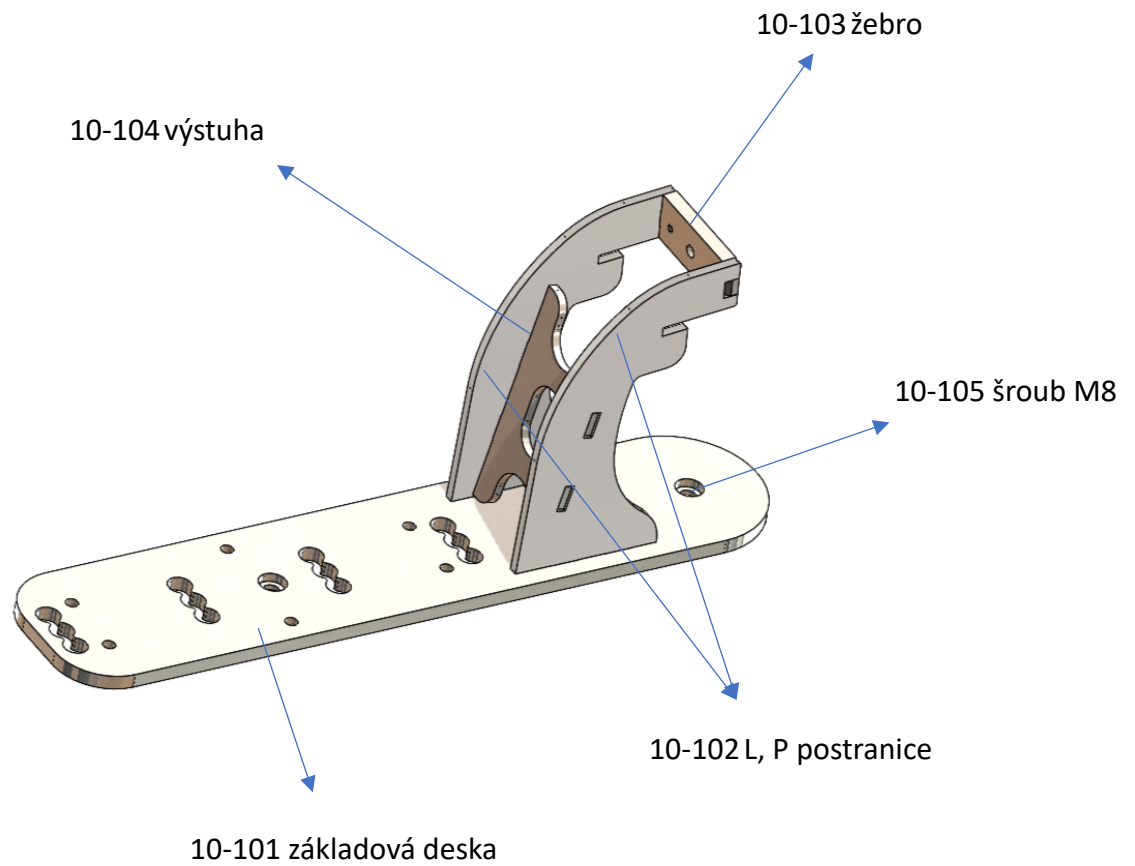
Přípravek se skládá ze 4 základních podskupin.

- 10-000 sestava přípravku
- 10-100 základová jednotka
- 10-200 držák snímače
- 10-300 opěra bočních sil
- 10-400 podpěra výhozu

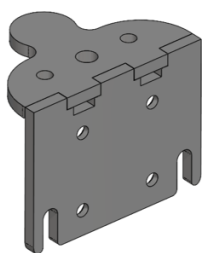
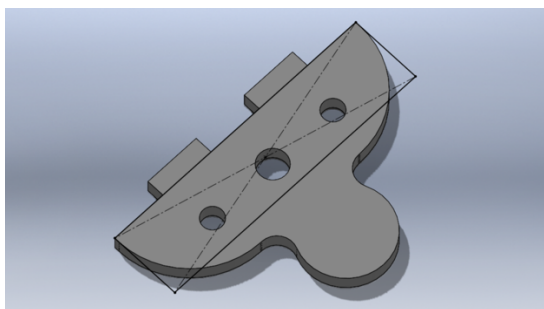
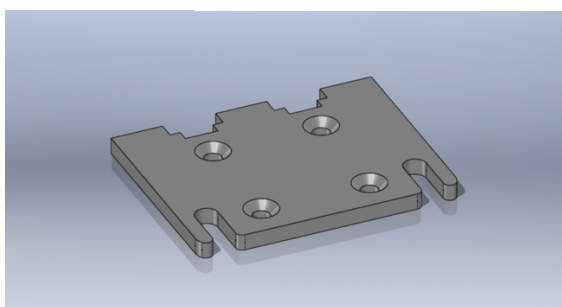
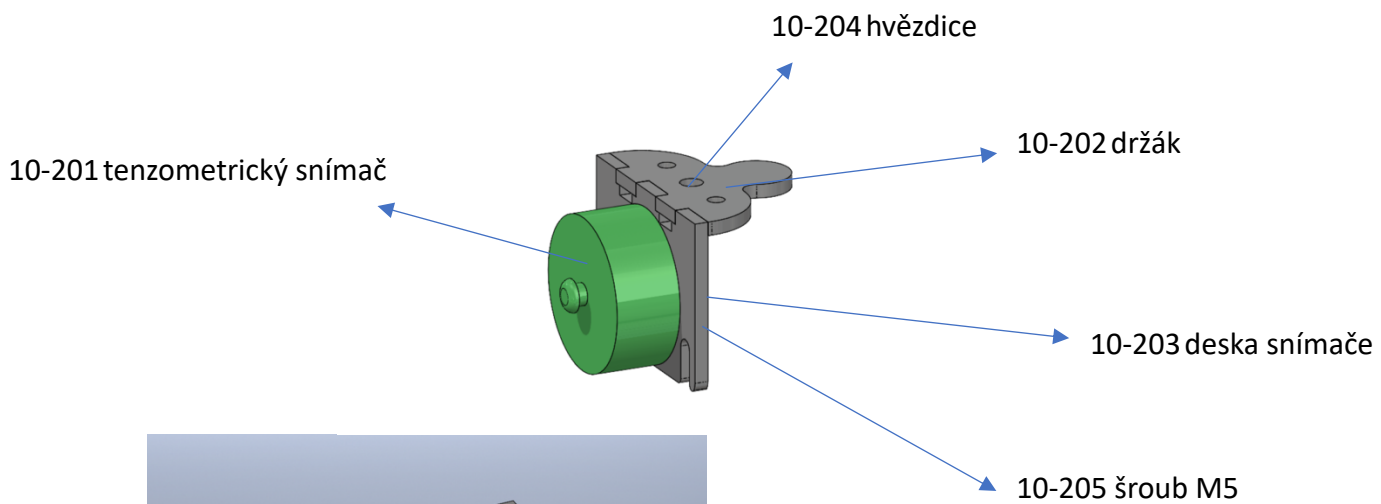


10.1. podskupiny:

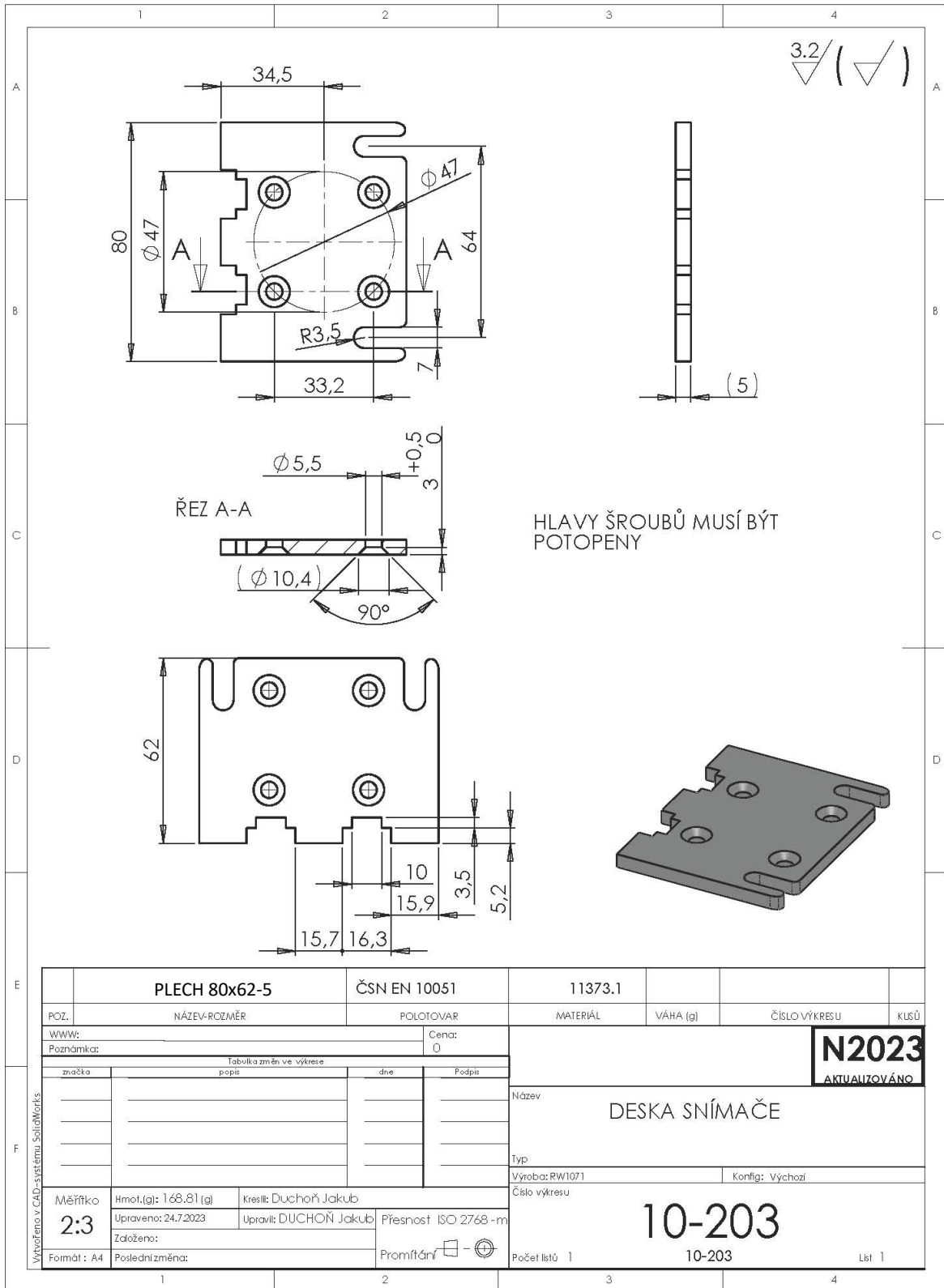
10.1.1. 10-100 základová jednotka přípravku



10.1.2. 10-200 držáku snímače



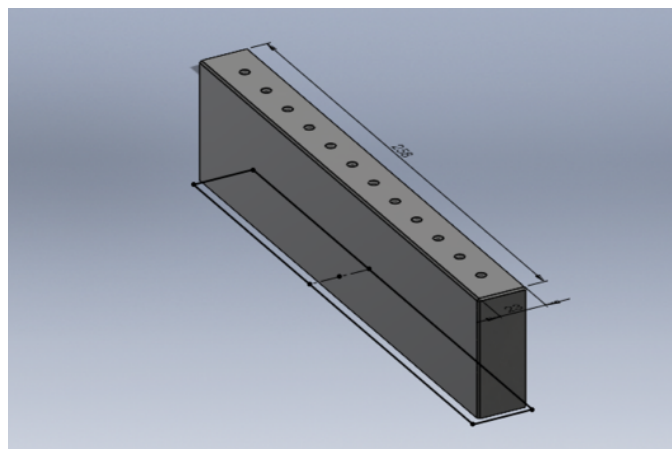
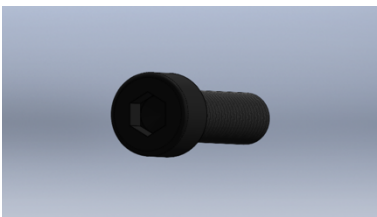
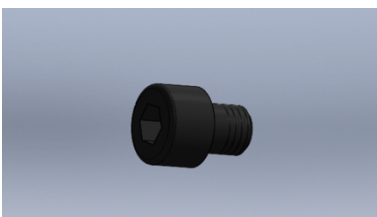
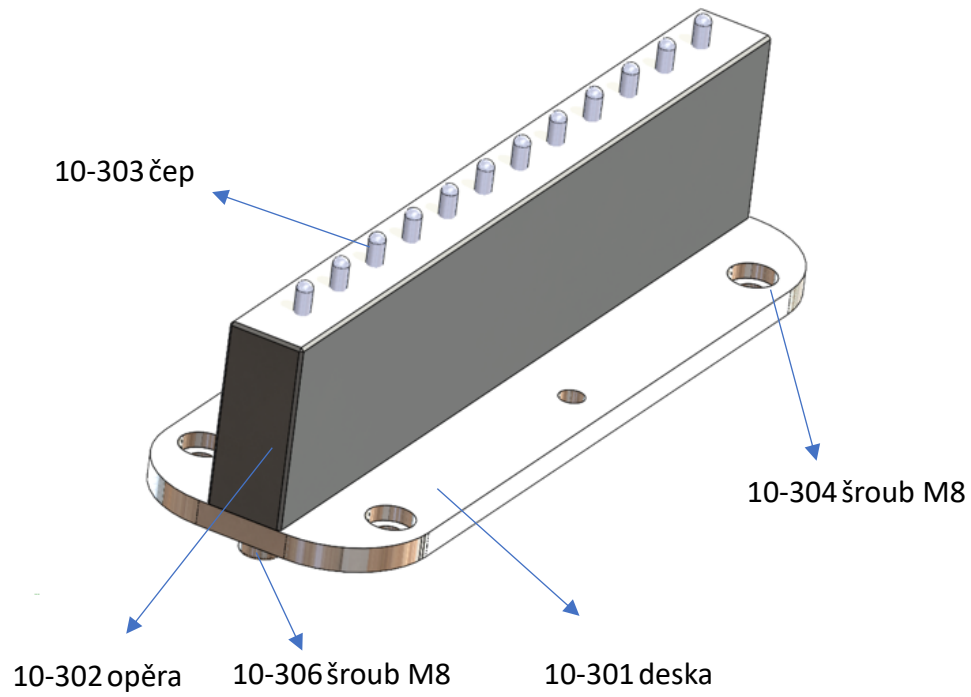
Výkres pro ukázkou



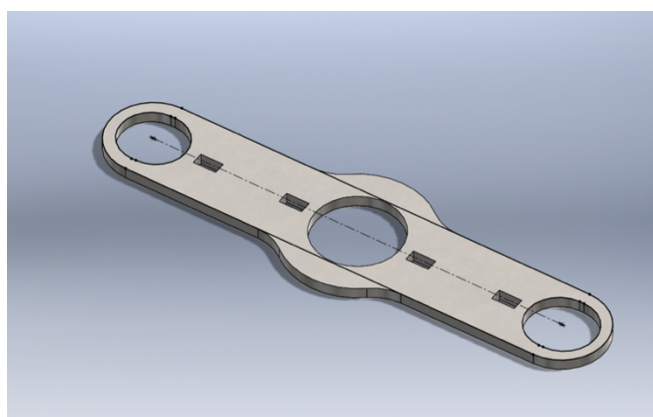
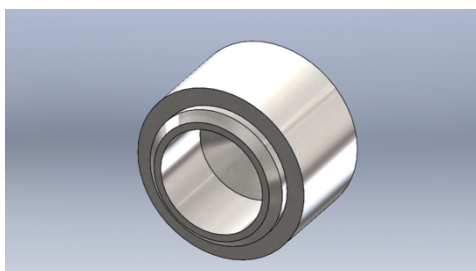
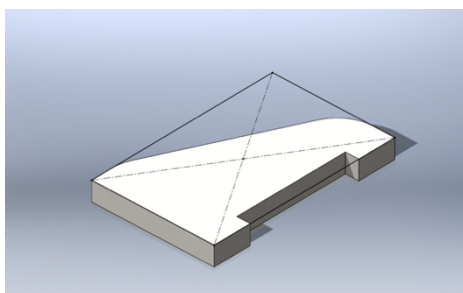
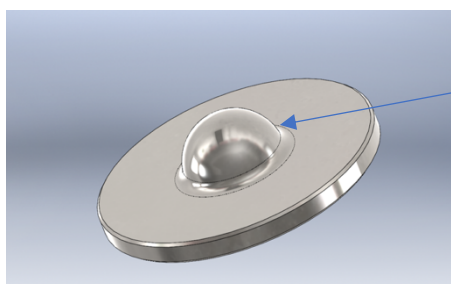
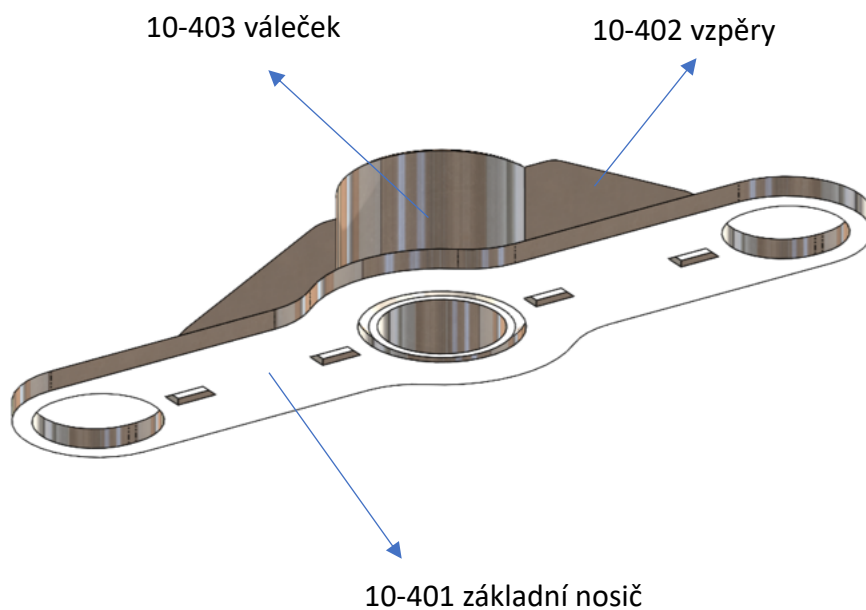
D:\reichmann\připravek\10-203

Obrázek 35 Výkres

10.1.3. 10-300 opěra bočních sil



10.1.4. 10-400 podpěra pro výhoz paty



10.2. Kusovník přípravku

číslo	název	číslo výkresu	norma	materiál	počet ks
1	sestava přípravku	10-000			1
2	základová jednotka přípravku	10-100			1
3	základová deska	10-101	S235JR	11373	1
4	levá a pravá postranice	10-102	S235JR	11373	2
5	žebro	10-103	S235JR	11373	1
6	výstuha	10-104	S235JR	11373	1
7	držák snímače	10-200			1
8	tenzometrický snímač	10-201	S-22T	Nákup	1
9	držák	10-202	S235JR	11373	1
10	deska snímače	10-203	S235JR	11373	1
11	hvězdice	10-204	KRG 1B 32 M6	nákup	1
13	opěra bočních sil	10-300			1
14	deska	10-301	S235JR	11373	1
15	opěra	10-302	EN AW-6063	424401	1
16	čep	10-303	S235JR	11373	1
17	šroub M8x15	10-304	DIN 912	nákup	3
18	šroub M8x30	10-305	DIN 912	nákup	4
19	podpěra pro výhoz paty	10-400			1
20	základní nosič	10-401	S235JR	11373	1
21	vzpěry	10-402	S235JR	11373	1
22	váleček	10-403	S235JR	11373	1
23	klobouk	10-404	S35530	11523	1

11. Výroba přípravku

11.1. Použité technologie:

11.1.1. vypalování na laseru

Technologie laserového řezání využívá vysoce výkonný laserový paprsek, který je směřován optikou a řízen počítačem (CNC) pro přesné řezání různých materiálů, jako jsou kovy, plasty, kompozity a pryže. Tato technologie je oblíbená pro svou přesnost, rychlost a flexibilitu, což ji činí ideální pro široké spektrum průmyslových aplikací.

Jedním z klíčových aspektů laserového řezání je vysoká úroveň přesnosti. Další výhodou laserového řezání je jeho schopnost minimalizovat ztráty materiálu a snížit náklady na výrobu, jelikož laserový paprsek využívá materiál efektivně a zanechává minimální odpad

11.1.2. svařování

Technologie svařování je základním průmyslovým procesem, který spojuje dva nebo více kusů materiálu (typicky kovy nebo termoplasty) pomocí tepla, tlaku, nebo obojího.

Zde bylo použito svařování metodou CO₂.

11.1.3. CNC obrábění

NC (Computer Numerical Control) obrábění je pokročilá výrobní technika, která využívá počítačové programování k přesnému řízení obráběcích strojů a nástrojů. Tato metoda je známá pro svou schopnost vyrábět složité a přesné díly z různých materiálů, jako jsou kovy, plasty a kompozity. Díky automatizaci a vysoké přesnosti je CNC obrábění široce používáno v mnoha průmyslových odvětvích

CNC stroje jsou vybaveny různými funkcemi, jako je frézování, soustružení, broušení a vrtání, což umožňuje vysokou flexibilitu ve výrobních procesech. Tyto stroje také často pracují s různými typy materiálů a mohou být konfigurovány pro specifické výrobní požadavky, jako je například vysoká odolnost proti teplotám nebo výjimečná pevnost a tvrdost materiálů.

11.1.4. černění

Černění je technologie povrchové úpravy používaná ve strojírenství k zlepšení estetiky. Vytváří tenkou vrstvu oxidu železnato-železitého (Fe_3O_4) na povrchu kovu. Černění se aplikuje hlavně na ocelové a železné díly a je oblíbené pro své nízké náklady a dobré estetické vlastnosti. (14)

11.1.5. eloxování

Eloxování, známé také jako anodická oxidace, je povrchová úprava používaná k ochraně kovových výrobků, především hliníku. Tento proces spočívá ve vytvoření ochranné vrstvy oxidu hliníku na upravovaném povrchu. Hlavním účelem eloxování je zvýšení odolnosti proti korozi a v mém případě proti opotřebení. (15)

11.2. použité materiály

11.2.1. 11373

Materiál 11373 je ocel s uhlíkovou strukturou, která je často používána ve strojírenství pro různé aplikace. Je to ocel s vysokou houževnatostí, což z ní činí ideální materiál pro výrobu dílů vyžadujících dobré mechanické vlastnosti a odolnost proti opotřebení.

Vlastnosti materiálu 11373 zahrnují dobré svařitelnosti a obrábění, což umožňuje jeho široké využití ve výrobě.

11.2.2. 11523

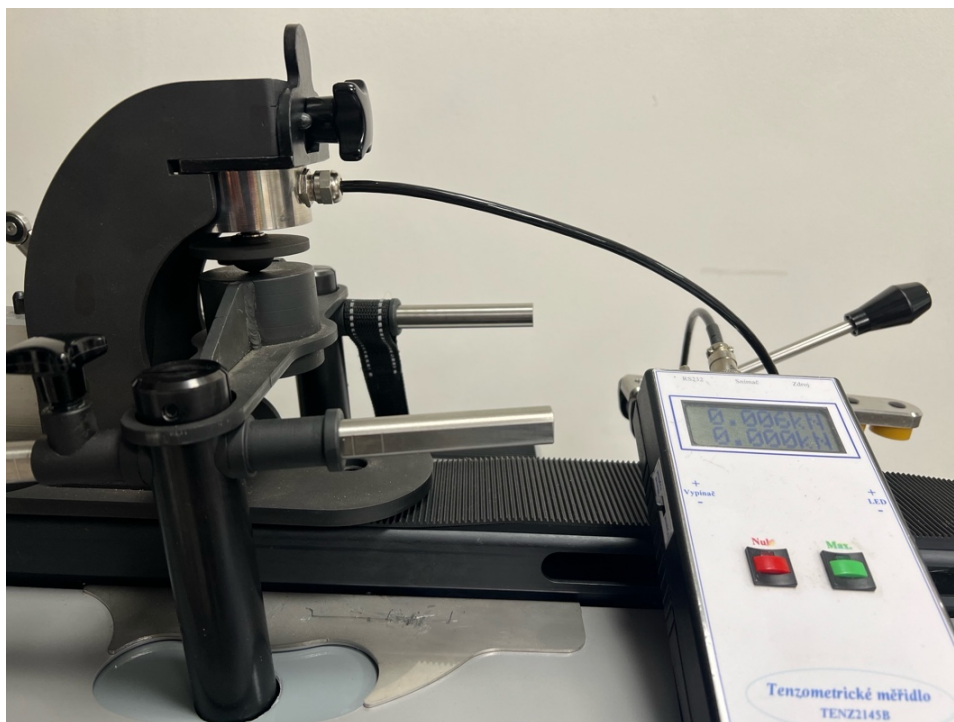
Materiál 11523 je konstrukční ocel s vyšší pevností tahu než u materiálu 11373.

12. Vytvoření komunikačního softwaru mezi kalibračním přípravkem a strojem

Software pro komunikaci mezi měřidlem stroje a kalibračním přípravkem vytvořil Ing. Martin Linhart, tvůrce softwaru pro ovládání stroje Diatronic.

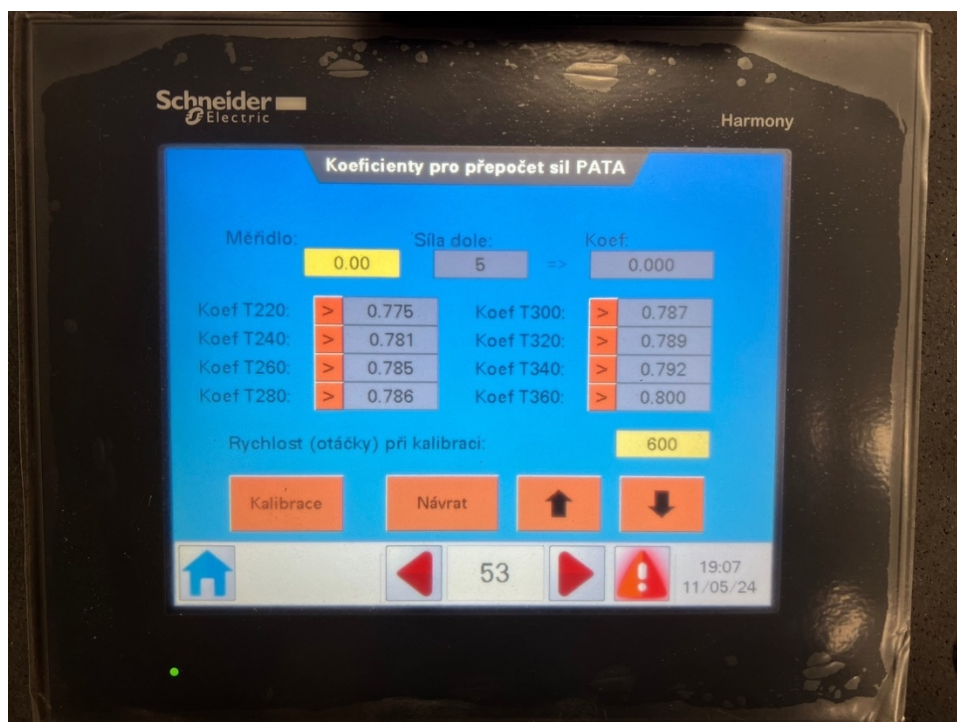
13. Provedení vlastní kalibrace

13.1. Kalibrace pro patu



Obrázek 36 Kalibrace paty

13.1.1. Tabulka koeficientů sil pro patu



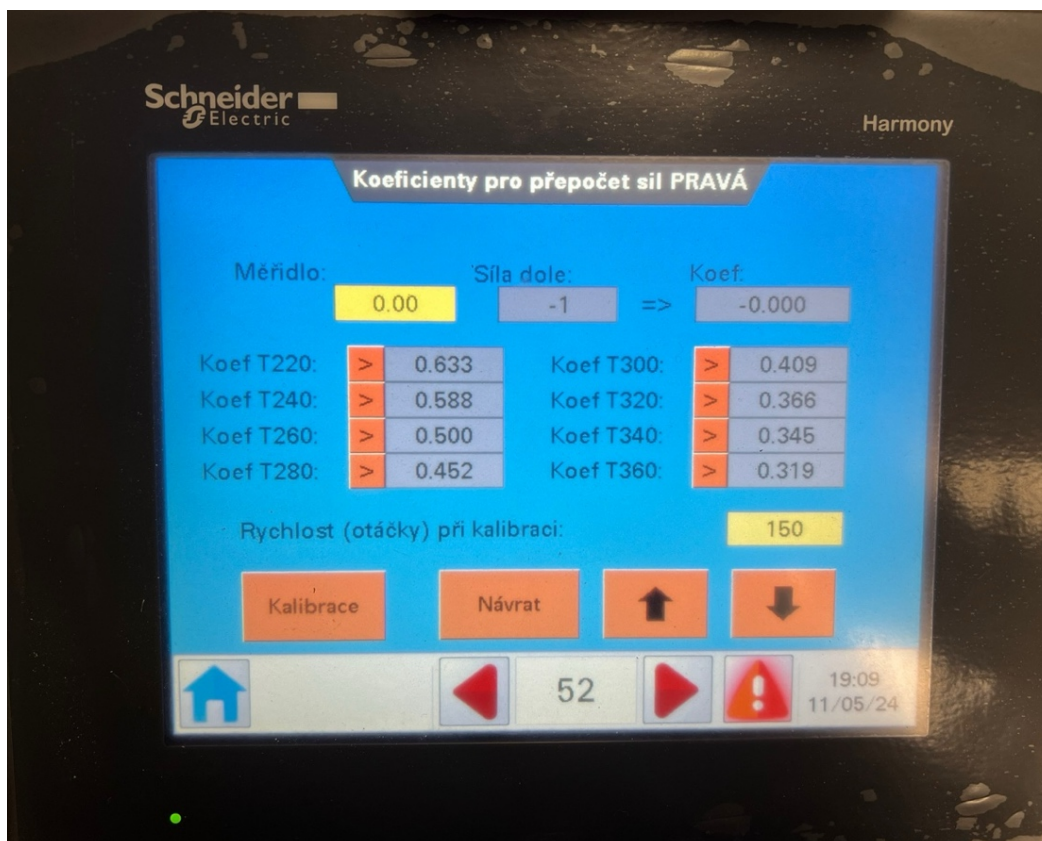
Obrázek 37 Koeficienty sil pro patu

13.2. Kalibrace pro špičky

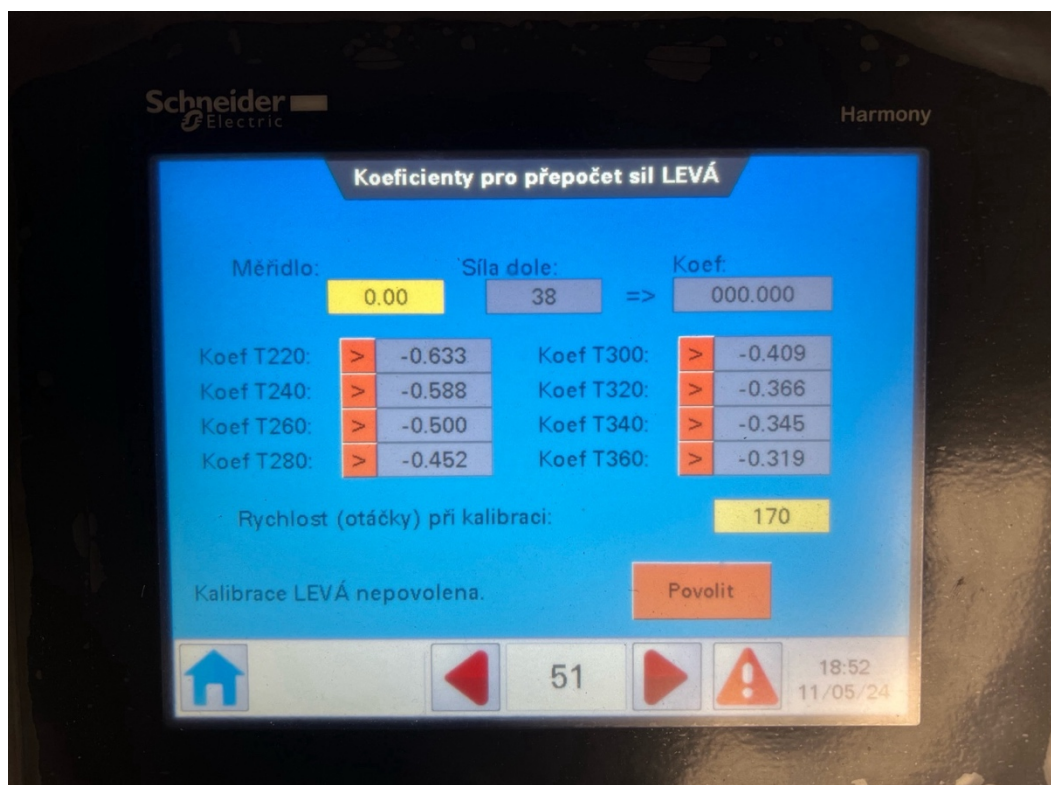


Obrázek 38 Kalibrace špičky

13.2.1. Tabulky pro koeficienty sil pro pravou a levou stranu



Obrázek 39 Koeficienty sil pro pravou stranu



Obrázek 40 Koeficienty sil pro levou stranu

13.3. Výsledná tabulka naměřených hodnot

Kalibrací byl stanoven poměr sil (koeficienty) mezi vstupními silami na kalibračním snímači (dle normy DIN) a silami na měřidle stroje. Tyto hodnoty jsou vloženy do paměti počítače a po další 2 roky z nich stroj bude vycházet při testování lyžařského vázání.



Obrázek 42 Kalibrační hodnoty

Reichmann
SBT CALIBRATION PROTOCOL

Sole length	HEEL	LEFT	RIGHT	Sole length	HEEL	LEFT	RIGHT
220	0,229 0,775	0,121 0,663	0,613	300	0,589 0,787	0,195 0,409	0,409
240	0,268 0,789	0,125 0,522	0,522	320	0,818 0,789	0,242 0,366	0,366
260	0,364 0,785	0,150 0,500	0,500	340	0,968 0,792	0,258 0,365	0,365
280	0,504 0,786	0,185 0,452	0,452	360	1,143 0,800	0,279 0,319	0,319

CALIBRATION CHART:	ACT	-0,119
	TOE L	0,007
	TOE R	-0,015
	HEEL	-0,629

SBT PRODUCTION NO.:	010923
DATE OF CALIBRATION:	11.5. 2024

REICHMANN:	Name, date and signature
CUSTOMER:	Name, date and signature

Obrázek 41 Kalibrační tabulka

Závěr

Lyžování je jeden z mých koníčků, a tak jsem byl rád, že mě byl přidělen v naší firmě úkol související s vývojem stroje na testování lyžařského vázání. Měl jsem za úkol vymyslet a nakreslit kalibrační přípravek pro stroj DIATRONIC, který byl předmětem kontraktu s německou firmou Reichmann. Mojí výhodou v tomto případě bylo to, že seznámení se strojem a jeho funkcemi bylo usnadněné, protože jsem se samotného vývoje zúčastnil. Pomáhal jsem při návrhu návodu na seřízení, zpracovával jsem katalog náhradních dílů, vytvářel webové stránky a v neposlední řadě jsem v programu Corel vytvořil veškerý propagační materiál.

Důležitým a zásadním podkladem pro návrh kalibračního přípravku bylo seznámení se a prostudování evropské normy DIN ISO 11088, která mimo jiné stanovuje a doporučuje maximální hodnoty namáhání na lidský organismus (nohy) a to v závislosti na výšce, váze, dovednosti, věku a délce podrážky.

Po přepočtu normou daných kroutících momentů M_z a M_y na vypínací síly působící na lyžařskou obuv, a to ve směru vertikálním i horizontálním, jsem navrhl siloměrný snímač od firmy LUKAS typ S 22T v rozsahu 0-5kN a k tomu odpovídající tenzometrické měřidlo firmy ATERM typ TENZ 2145B. Pro přesné a spolehlivé měření vypínacích sil bylo nutné snímač s měřidlem propojit a zkalibrovat ve zkušebním ústavu TZÚS Praha, a to v rozsahu měřených hodnot 0,1 - 2,5 kN

Konstrukční řešení kalibračního přípravku navazuje na koncepční řešení stroje DIATRONIC. Pro upevnění přípravku ke stroji je využito dvou otvorů M8 sloužících k upevnění horní konzoly s pojízdnými vozíky. Přípravek je navíc řešen universálně tak, že držák snímače lze snadno přemístit pro měření vypínacích sil na patě, tak i na špičce podrážky boty směrem doleva i doprava, a to v celém rozsahu podrážek bot od 220 - 360 mm. Při návrhu konstrukce přípravku jsem vycházel z toho, že většina dílů bude vyráběna laserovým řezáním na NC strojích, následně svařena a povrchově upravena chemickou cestou černěním.

Pro stanovení koeficientů mezi měřenými silami danými DIN normou na kalibračním přípravku a silami působícími na měřidlo stroje byl nutný zásah do softwaru stroje. Ve spolupráci s programátorem firmy ESSE byly navrženy tabulky s koeficienty poměrů sil pro jednotlivé výhozy. Tyto hodnoty byly zakomponované do paměti stroje a jsou použity pro správné nastavení vázání při jeho testování na stroji.

Závěrečnou prací bakalářské práce bylo navrhnout kalibrační protokol, provedení vlastní kalibrace na stroji se stanovením poměru sil (koeficientů) a naměřené hodnoty zanezt do kalibračního protokolu (obr.41) se splatností dvou let do další předepsané kalibrace.

V této Bakalářské práci jsem zúročil znalosti získané při studiu na ČVUT, a to propojením několika předmětů: Strojírenské konstruování, Nauka o materiálech, Metrologie a v neposlední řadě i optimalizace nákladů při volbě vhodné technologie. Výsledkem je kalibrační přípravek, který dle metrologických předpisů musí být každé dva roky kalibrován a bude používán pro kalibraci strojů pro seřizování a nastavení lyžařského sjezdového vázání SBT DIATRONIC.

Citovaná literatura

1. **O'Rourke, Callum.** How Were Skiing Bindings Invented? *Offpiste.fun*. [Online] 27. 1 2024. [Citace: 8. 3 2024.] <https://www.offpiste.fun/blog/how-were-skiing-bindings-invented>.
2. **Wikimedia, Příspěvatelé projektů.** rekreační aktivita, sport nebo obecně způsob pohybu osob po povrchu sněhu pomocí lyží. *Wikipedia.org*. [Online] 28. 1 2004. [Citace: 8. 3 2024.] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ly%C5%BEOv%C3%A1n%C3%AD>.
3. **Turner, Seth.** The Evolution of Ski Equipment. *Distinctly Montana*. [Online] 12. 12 2013. [Citace: 8. 3 2024.] <https://www.distinctlymontana.com/evolution-ski-equipment>.
4. **Sosna, Ivan.** Velký příběh lyžařského byznysu VIII. - Vývoj vázání 1. *SNOW.CZ - vše o lyžování*. [Online] 26. 2 2012. [Citace: 8. 3 2024.] <https://snow.cz/clanek/2359-velky-pribeh-lyzarskeho-byznysu-viii-vyvoj-vazani-1>.
5. **Vavrda, Lukáš.** Normy a kompatibilita sjezdových a skialpinistických vázání. *SNOW.CZ - vše o lyžování*. [Online] 2019. 10 25. [Citace: 2024. 8 3.] <https://snow.cz/clanek/5727-lyzarska-vazani-normy-a-kompatibilita>.
6. **Christine.** How Do Ski Bindings Work? (Tech Quickly Explained). *TheSkiGirl*. [Online] 11. 2 2024. [Citace: 2024. 3 30.] https://theskigirl.com/wp-content/cache/wp-rocket/theskigirl.com/how-ski-bindings-work/index-https.html_gzip.
7. **Varinský, Matěj.** *Odporové tenzometry – vlastnosti a jejich experimentální ověření*. Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, ČVUT. Praha : ČVUT, 2018. str. 47, Bakalářská práce.
8. **G.S.Holister.** *Experimental Stress Analyses Principles and Methods*. Great Britain : Cambridge University Press, 1967. 67-10159.
9. **LUKAS.** LUKAS TENZO :: TENZOMETRICKÝ SILOMĚR typ S-22 / S-22 T. *Lukas-tenzo.cz*. [Online] 2021. [Citace: 25. 4 2024.] <https://www.lukas-tenzo.cz/?i=222/tenzometricky-silomer-s-22-s-22t>.
10. **Matan.** Strain Gauges | How it works, Application & Advantages. *Electricity - Magnetism*. [Online] 26. 10 2023. [Citace: 23. 4 2024.] <https://www.electricity-magnetism.org/strain-gauges/>.

11. **Kjær, Brüel &.** Strain Gauge Fundamentals. *HBK World*. [Online] 2024. [Citace: 5. 23 2024.] <https://www.hbkworld.com/en/knowledge/resource-center/articles/strain-measurement-basics/strain-gauge-fundamentals>.
12. **profily, Proal.** EN AW-7075, AlZn5.5MgCu: Vlastnosti | NPS PROAL s.r.o. *Proal.cz*. [Online] 2019. <https://proal.cz/hlinik/slitiny-hliniku/en-aw-7075/>.
13. **Matulík, Radomír.** VÝVOJ A VÝROBA ELEKTRONICKÝCH PŘÍSTROJŮ . *Aterm*. [Online] 2016. [Citace: 24. 3 2024.] <https://www.aterm.cz/Document/TENZ2145B.pdf>.
14. **Pragochema.** Přípravky pro černění oceli. *Pragochema.cz*. [Online] 5. 12 2020. [Citace: 20. 4 2024.] <https://www.pragochema.cz/cs/produkty/ostatni-pripravky/pripravky-pro-cerneni-oceli>.
15. **astronom.** astronom.cz. *Eloxování hliníku*. [Online] 2020. [Citace: 20. 4 2024.] <http://www.astronom.cz/procyon/chemistry/elox.html>.
16. **LyzeLyze.cz.** Marker M 4.5 EPS. *lyzelyze*. [Online] Marker, 2024. [Citace: 18. 5 2024.] <https://www.lyzelyze.cz/p/marker-m-4-5-eps-2/barva-cerna/>.
17. **Vavřda, Lukáš.** Normy a kompatibilita sjezdových a skialpinistických vázání. *snow.cz*. [Online] 25. 10 2019. [Citace: 18. 5 2024.] <https://snow.cz/clanek/5727-lyzarska-vazani-normy-a-kompatibilita>.
18. **LUKAS.** LUKAS TENZO :: TENZOMETRICKÝ SILOMĚR typ S-22 / S-22 T. *Lukas-tenzo.cz*. [Online] 2021. [Citace: 5. 18 2024.] <https://www.lukas-tenzo.cz/?i=222/tenzometricky-silomer-s-22-s-22t>.
19. **Matulík, Radomír.** *Tenzometrické měřidlo typ TENZ 2145B*. Pohořelice : Aterm.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Sjezdové vázání (14)	11
Obrázek 2 Bota pro stoupací vázání (15)	11
Obrázek 3 Stoupací vázání (15).....	11
Obrázek 4 GripWalk vázání (15).....	12
Obrázek 5 MNC Salomon vázání (15).....	12
Obrázek 6 Diatronic IV	17
Obrázek 7 Bezpečnostní protokol	18
Obrázek 8 Stroj ve volném stavu	19
Obrázek 9 Chaloupka	20
Obrázek 10 Test vázání	20
Obrázek 11 Data	20
Obrázek 12 Test	21
Obrázek 13 Šipka	21
Obrázek 14 Detail	22
Obrázek 15 Uchycení lyže pomocí laseru.....	22
Obrázek 16 Výška ložiska ramen.....	22
Obrázek 17 kolonka zdvih	23
Obrázek 18 Přípravek s tkalounem	24
Obrázek 19 Nasunutí lyžařské boty.....	24
Obrázek 20 Zasunutí lyžařské boty	25
Obrázek 21 Kolonka zdvih.....	25
Obrázek 22 Vlastní test.....	25
Obrázek 23 Kolonka set	26
Obrázek 24 Test lyže	27
Obrázek 25 Červená kolonka	27
Obrázek 26 Kolonka tisku	28
Obrázek 27 Tisk karty.....	28
Obrázek 28 DIN ISO 11088	30
Obrázek 29 Tenzometrické snímače (16)	38
Obrázek 30 Tenzometrický snímač (16)	38

Obrázek 31 Detail můstku ve stroji	40
Obrázek 32 Tenzometrické měřidlo TENZ 2145B (17).....	42
Obrázek 33 Tenzometrické měřidlo a snímač.....	46
Obrázek 34 Kalibrační list.....	47
Obrázek 35 Výkres	51
Obrázek 36 Kalibrace paty	58
Obrázek 37 Koeficienty sil pro patu	58
Obrázek 38 Kalibrace špičky	59
Obrázek 39 Koeficienty sil pro pravou stranu	60
Obrázek 40 Koeficienty sil pro levou stranu.....	60
Obrázek 41 Kalibrační tabulka	61
Obrázek 42 Kalibrační hodnoty.....	61