

# **Validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů**

Bc. Miroslava Rehwaldová

---

Diplomová práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslava Rehwaldová**  
Osobní číslo: **A13387**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Validace rezistence třmenového systému visacích  
zámkových systémů**  
Téma anglicky: **Validation of the Resistance of Padlock Locking Systems'Yokes**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s uzamykacími komponenty, které jsou využívány v mechanických zábranných systémech-visací zámky.
2. Přehlednou formou prezentujte dělení mechanických zábranných systémů ve znění předpisů a norem ČSN EN 1627.
3. Popište rozdělení mechanických zkoušek ve znění předpisů a technických norem ČSN EN ISO 6892-1, ČSN EN 10002-1, shodnou s evropskou normou EN 10002:90.
4. Navrhněte provedení tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámků.
5. Prakticky realizujte návrh mechanické tahové zkoušky.
6. Proveďte zpracování naměřených hodnot a uveďte nové vývojové trendy v dané oblasti.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **IVANKA, Ján.**Mechanické zábranné systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-807-3189-105.
2. **PTÁČEK, Luděk.**Nauka o materiálu I. Brno: CERM, c2001, 505 s. ISBN 80-720-4193-2.
3. **BÜBL, Michael.**Tajemství zámečnictví. Rakousko: Vlastní náklad, 2007. ISBN 978-3-95022-13-2-9.
4. **FRISCHHERZ, Adolf.**Technologie zpracování kovů 1: základní poznatky. 5. vyd. Praha: SNTL, 2004, 268 s. ISBN 80-902-6555-3.
5. **PAVEL KOCÁBEK, Tomáš Koníček.**Bezpečné bydlení. 1. vyd. Brno: ERA, 2003. ISBN 80-865-1763-2.
6. **MAIXNER, Ladislav.**Mechatronika: učebnice. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2006, ix, 280 s. ISBN 80-251-1299-3.
7. **KŘEČEK, Stanislav.**Příručka zabezpečovací techniky. Vyd. 2. S.l.: Cricetus, 2003, 351 s. ISBN 80-902-9382-4.
8. **SCHMID, Dietmar.**Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku. 1. vyd. Překlad Jiří Handlíř. Praha: Europa-Sobotáles, 2005, 420 s. ISBN 80-867-0610-9.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Ján Ivanka**

Ústav bezpečnostního inženýrství

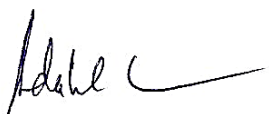
Datum zadání diplomové práce:

**12. ledna 2015**

Termín odevzdání diplomové práce:

**15. května 2015**

Ve Zlíně dne 6. února 2015



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

*děkan*



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

## **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Předložená diplomová práce prezentuje validaci rezistenci třmenového systému visacích zámků. V teoretické části práce je základním a přehledným způsobem definováno o visacích zámcích a jejich používání. Následně jsou zde shrnuty druhy a funkce visacích zámků. V praktické části je diplomová práce zaměřena na metodickém postupu měření validace rezistence třmenového systému visacích zámků na zkušební stroji ZWICK 1456. Provedené statickou mechanickou tahovou zkouškou za zchlazených podmínek a konstantních teplotních podmínek v laboratorním prostředí. Dále jsou zde uvedeny naměřené výsledky mechanické tahové zkoušky formou grafů a tabulek včetně jejich zpracování a vyhodnocení. V závěru diplomové práce jsou uvedeny nové vývojové trendy v dané oblasti visacích zámků.

Klíčová slova: visací zámky, validace, rezistence, tahová zkouška, třmen, uzamykací systém visacího zámku, mechanické zábranné systémy, třída odolnosti

## **ABSTRACT**

The proposed thesis presents the validation of the resistance of clevis system of padlocks. The padlocks and their use are defined in a basic and clear manner in the theoretical part of the thesis. These are subsequently followed by the summary and functions of different padlocks. The theoretical part of thesis includes clear basic definition of padlocks and their use. The practical part of the thesis focuses on the methodical approach of measuring validation of resistance of the clevis padlock locking systems, using the test machine Zwick 1456. The assessments of resistance were conducted by static mechanical tensile test under refrigerated conditions and under constant temperature conditions in a laboratory environment. Furthermore, in this part of the thesis, there are included the measurement results of the mechanical tensile test, in the form of graphs and tables, including their processing and evaluation. In the conclusion, the thesis shows new developments and trends in the field of padlocks.

Keywords: padlocks, validation, resistance, tensile test, clevis locking system of padlocks, mechanical barrier systems, resistance class

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu Ing. Jánovi Ivankovi za rady, odborné vedení, věcné připomínky a konzultace, které mě poskytoval během vypracování diplomové práce. Děkuji i tímto Ing. Milanu Žaludkovi, Ph.D., který mi byl nápomocen při laboratorním měření.

Největší poděkování je dceři, přítelovi a mé rodině za podporu během mého studia.

Čestné prohlášení, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY</b> .....	<b>11</b>
<b>2 BEZPEČNOSTNÍ TŘÍDY MZS</b> .....	<b>12</b>
2.1 NORMA PRŮLOMOVÉ ODOLNOSTI DLE EVROPSKÉ NORMY 1627.....	13
<b>3 HISTORIE VISACÍCH ZÁMKŮ</b> .....	<b>14</b>
<b>4 VISACÍ ZÁMKY</b> .....	<b>15</b>
<b>5 DĚLENÍ VISACÍCH ZÁMKŮ</b> .....	<b>16</b>
5.1 DRUHY VISACÍCH ZÁMKŮ .....	17
5.2 VISACÍ ZÁMKY – ZAMĚŘENÍ .....	17
5.3 PŘEKONÁVÁNÍ VISACÍCH ZÁMKŮ .....	17
<b>6 ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN EN 12320</b> .....	<b>19</b>
<b>7 MECHANICKÁ ZKOUŠKA TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ</b> .....	<b>21</b>
7.1 ROZDĚLENÍ MECHANICKÝCH ZKOUŠEK .....	22
7.2 MECHANICKÉ ZKOUŠKY STATICKÉ .....	23
7.3 ZKOUŠKA PEVNOSTI V TAHU .....	23
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>27</b>
<b>8 MECHANICKÁ STATICKÁ ZKOUŠKA V TAHU</b> .....	<b>28</b>
8.1 PRINCIP TAHOVÉ ZKOUŠKY.....	28
8.2 TESTOVÁNÍ REZISTENCE .....	29
<b>9 ZKUŠEBNÍ VZORKY – VISACÍ ZÁMKY FAB 30H/38, FAB 30H/45</b> .....	<b>30</b>
9.1 VISACÍ ZÁMEK FAB 30H/38 .....	30
9.2 VISACÍ ZÁMEK FAB 30H/45 .....	32
<b>10 MECHANICKÁ TAHOVÁ ZKOUŠKA PŘÍSTROJEM ZWICK 1456</b> .....	<b>36</b>
10.1 TECHNICKÉ ÚDAJE SYSTÉMU ZWICK .....	37
10.2 TESTXPRT II.....	37
<b>11 NÁVRH NA PROVEDENÍ TAHOVÉ ZKOUŠKY</b> .....	<b>39</b>
11.1 POSTUP MĚŘENÍ TAHOVÉ ZKOUŠKY V LABORATORNÍCH PODMÍNKÁCH.....	39
11.2 NAMĚŘENÉ HODNOTY .....	41
11.3 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT.....	42
<b>12 VÝSLEDKY VALIDACE REZISTENCE TŘMENOVÉHO SYSTÉMU ZCHLAZENÝCH VZORKŮ VISACÍCH ZÁMKŮ PO STATICKÉ TAHOVÉ ZKOUŠCE</b> .....	<b>60</b>
<b>13 CÍLE MĚŘENÍ MECHANICKÉ STATICKÉ ZKOUŠKY V TAHU</b> .....	<b>77</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>78</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>80</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>83</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>85</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>86</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>87</b>

**SEZNAM PŘÍLOH.....88**



# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## ÚVOD

Visací zámky jsou jednou z mnoha částí mechanických zábranných systémů, které slouží k obvodové, plášťové a předmětové ochraně. Je tedy důležité, aby byly pevné a bezpečné. Proto prošly do dnešní doby robustnějším, mohutnějším, spolehlivějším a nepřekonatelným vývojem. Při používání výrobků mechanických zábranných systémů je důležité dodržovat bezpečnostní normy a používat ty výrobky, které prošly certifikací a testováním (tzn., že mají protokol o shodě, certifikát jakosti a jsou určeny pro uvedenou bezpečnostní třídu, do které patří. Jenom akreditovaná organizace (certifikační institut) může provést rozřazení do bezpečnostních tříd dle normy a to za předpokladu splnění všech potřebných podmínek normy. Pro validaci rezistence s využitím přístrojů a zařízení určených pro tahovou zkoušku třmenového systému visacích zámkových systémů jsou prováděny mechanické zkoušky pevnosti, které dělíme na statické a dynamické.

## 1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY

Mechanické zábranné systémy tvoří páteř technického zabezpečení v průmyslu komerční bezpečnosti. Pod pojmem mechanické prvky rozumíme všechny kovové i nekovové prvky a součásti zařízení objektu, které spolu tvoří komplex mechanické ochrany objektů respektive mechanické zábranné systémy. Mechanické zábranné systémy dělíme do třech základních okruhů ochranných zón.[1]

Základní dělení mechanických zábranných systémů:

- **Obvodová ochrana** – jedná se o prostředky zajišťující bezpečnost vyhrazenému území a prostor kolem chráněného objektu. Obvodem objektu rozumíme jeho katastrální hranice omezené obvykle přírodními nebo umělými bariérami (vodní toky, ploty, zdi apod.). Na přilehlých pozemcích zásadně se vždy jedná o mechanické zábrany vyráběné pro tento účel.[1]
- **Plášťová ochrana** – zabraňuje jakémukoliv narušení standardních i nestandardních vstupních jednotek objektu. Jedná se o zabezpečení vstupu do všech stavebních otvorů v objektu (dveří, oken, vikýřů, sklepních oken, zásobovacích a energetických šachet, balkónových oken...). Někdy se používá i názvů objektová či obvodová ochrana.[1]
- **Předmětová ochrana** – zabezpečuje prostory či úschovná místa, kde jsou uloženy peníze, cennosti, utajované skutečnosti, technická zařízení utajovaného charakteru apod., před zcizením nebo neoprávněnou manipulací.[1]
- **Prostředky individuální ochrany** – mívá se tím přenosné i nepřenosné technické prostředky používané v předchozích dvou oblastech, ale i vlastní zámky, trezory apod.[1]

## 2 BEZPEČNOSTNÍ TŘÍDY MZS

Z hlediska mechanických zábranných systémů na základě nových požadavků pro zabezpečení objektů, bylo potřeba zavedení nového označení bezpečnostních tříd v uvedené oblasti, které jsou v současné době označeny zkratkou RC 1 až RC 6 (resistance class). Za základní normu z hlediska aplikace MZS v praxi, lze považovat poslední z uvedených ČSN EN 1627. Tato zavádí 6 bezpečnostních tříd RC 1 až RC 6, která definuje pro jednotlivé třídy základní požadavky a kritéria jejich splnění. Předchozí norma ČSN EN 1627 též definovala 6 bezpečnostních tříd označované pouze zkratkou BT. Charakteristika jednotlivých bezpečnostních tříd RC této normy:

Bezpečnostní třída RC	Předpokládané metody a pokusy pro vloupání
RC 1 (neaplikuje se)	Příležitostný zloděj se pokouší o vloupání s použitím malého jednoduchého nářadí a fyzickým násilím (kopáním, narážením ramenem, zdviháním, vytrháváním). Pachatel nemá žádné zvláštní znalosti o úrovni odolnosti MZS, má málo času a snaží se nezpůsobit hluk.
RC 2 3 min	Příležitostný pachatel se navíc pokouší o vloupání s použitím jednoduchého nářadí a fyzickým násilím. Má malé znalosti o úrovni odolnosti MZS, má málo času a snaží se nezpůsobit hluk.
RC 3 5 min	Pachatel se pokouší překonat MZS při použití páčidla délky 710 mm a dalšího šroubováku, ručního nářadí (malé kladívko, důlčinky, mechanická ruční vrtačka apod.). Pachatel má určité povědomí o systému uzávěru a s tímto nářadím je schopen těchto znalostí využít. Při použití páčidla délky 710 mm lze aplikovat
RC 4 10 min	Zkušený pachatel používá navíc zámečnické kladivo, sekeru, dláta, sekáče, přenosnou akumulární vrtačku apod. Toto další nářadí umožňuje zloději rozšířit počet způsobů napadení, případně jejich kombinace - vrtání, sekání, páčení atd. Problém hluku zloděj neřeší.
RC 5 15 min	Velmi zkušený pachatel používá navíc jednoruční elektrické nářadí (např. úhlovou brusku do průměru kotouče 125 mm). Neznepokojuje se hlukem.
RC 6 20 min	Velmi zkušený pachatel používá navíc dvouruční elektrické nářadí (úhlová bruska do průměru 230 mm, přímočará pila). Neznepokojuje se hlukem.

Obr. 1. Bezpečnostní třídy RC

## 2.1 Norma průlomové odolnosti dle evropské normy 1627

V současné době je norma průlomové odolnosti dobrým vodítkem pro výběr bezpečnostní úrovně zabezpečení mechanických zábranných systémů tzv. bezpečnostní třídy, které vychází z předběžné evropské normy EN 1627, která usnadňuje orientaci při výběru mechanických bezpečnostních prvků. Šest barevně odlišených stupňů bezpečnosti reprezentuje jednotlivé úrovně zabezpečení dle normy EN 1627. Ta definuje odolnost výrobků např. proti vrtání, páčení, vytržení, hrubému násilí, atd. Hodnocení a certifikaci výrobků zajišťuje nezávislá akreditovaná zkušební laboratoř a certifikační orgán. Grafické provedení bezpečnostních tříd usnadňuje volbu při výběru vhodných výrobků splňujících požadovanou úroveň zabezpečení majetku.[4]



Obr. 2. Šest stupňů bezpečnostní třídy dle normy EN 1627[11]

### 3 HISTORIE VISACÍCH ZÁMKŮ

Visací zámky jsou přenosné malé zámky, které se používají už tisíce let. Jsou na ochranu proti krádežím, vandalismu, sabotáží a neoprávněným vstupem. Objevení ve starověkém Egyptě a Babylonu, a pomalé šíření po dávných civilizacích. V Římě se setkali první modely visacích zámků kolem roku 500 př. n. l. pomocí obchodníků, kteří šli do Asie. Ve středověku se staly visací zámky neodmyslitelnou samozřejmostí v celé Evropě. V Anglii vznikl visací zámeček z tepaného železa listu pomocí jednoduché páky a lůžkového mechanismu. Ve slovanských oblastech u jednoduchého zámku, se používal spirálový klíč pro zamknutí a odemknutí šroubu proti pružině. Litina se používala k vytvoření visacího zámku, který byl zajištěný řadou rotujících disků.

Moderní průmysl dosáhl značného pokroku při získávání zdrojů výroby, a výroby nástrojů, takže zámečníci získali nové způsoby vytváření stále složitějších, silnějších a spolehlivějších zámků. V 19. Století umožnil zámečníkům vyrábět zámky v průmyslovém prostředí. Dvacáté století přineslo konec ruční výrobě visacích zámků a začalo obrábění kovů na průmyslových strojích.



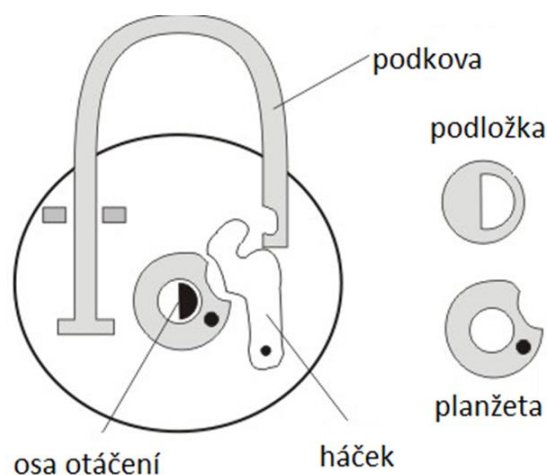
*Obr. 3. Visací zámeček Řím 3 století n. l.[12]*

## 4 VISACÍ ZÁMKY

Visací zámky za systemizujeme pod mechanické zábranné systémy jako prvek objektové, předmětové a plášťové ochrany, v technických systémech průmyslu komerční bezpečnosti. Spadají pod normu ČSN 967701, která byla nahrazena normou (165123) ČSN EN 12320:2001 Stavební kování – visací zámky a příslušenství visacích zámků – požadavky a zkušební metody. Můžeme říct, že každá domácnost, obchod, dílna, provozovna a kůlna disponuje minimálně několika visacími zámky. Mnohdy slouží i jako doplňkový zámek.



Obr. 4. Zamykací a klíčový systém mechanismu u visacího zámku FAB[13]



Obr. 5. Náskres systému visacího zámku[14]

## 5 DĚLENÍ VISACÍCH ZÁMKŮ

Visací zámky můžeme dělit podle jejich funkce a používaného klíče:

**zámky se zásuvným klíčem** – používají se velmi výjimečně, podle pohybu klíče se jim říká zámky píchací, **zámky s otočným klíčem** – nejvíce rozšířené, po zasunutí klíče se s ním musí ještě pootočit.

Dalším dělením je podle tvaru použitého principu uzávěru:

**zámky se svorníkovým principem** - uzávěrem je rovná válcová tyčka. Po odemknutí zámku se svorník vyjímá z ok zámku, **zámky se třmenovým principem** - uzávěrem je tyč ohnutá do tvaru oblouku. Po odemknutí zámku se třmen buď vyjímá jako svorník nebo se po částečném vysunutí jenom pootočí do strany.



*Obr. 6. Zámkový systém se svorníkem[15]*



*Obr. 7. Zámkový systém se třmenem[16]*



## 5.1 Druhy visacích zámků

Visací zámky dělíme do 5 základních variant: **obyčejné, dozické, motýlkové, cylindrické a kódové.**

## 5.2 Visací zámky – zaměření

Moderní materiály: kalené, nekalené, litinové, tvrzená ocel, mosaz, komaxit. Elektromechanické, elektronické, biometrické a další zařízení zámků.

## 5.3 Překonávání visacích zámků

Většinou v drtivé míře se visací zámky při vloupání překonávají násilnou cestou. Převážně je to způsob lešenářskou tyčí, sochořem, uražení zámku kladivem a jiným podobným nástrojem, poté následuje páčení třmenu nebo-li oka. Přeřezání a přestřihnutí se používá daleko méně, pachatel by musel mít speciální nástroje (pilku a speciální stříhací kleště), proto je to pro pachatele poněkud zdlouhavé a namáhavé.

Jde o dvě metody překonávání zámkových systémů:

- **destruktivní metoda**
- **nedestruktivní metoda**

Destruktivní metoda překonávání zámkových systémů je na první pohled viditelná. Do ní patří veškeré násilné metody, jako je vypáčení nebo vytrhnutí zámku a odvrtání vložek. Tento drastický způsob můžeme okamžitě nahlásit a tím zvýšíme šanci na dopadení pachatele.

Nedestruktivní metoda překonání zámkových systémů je mnohem nebezpečnější, protože na první pohled nevidíme, napadnutí pachatelem nebo klíčem majitele zámku. Prokázání této metody trestní činnosti se může projevit až po několika dnech, týdnech i měsících. Děje se paklícem, vyplanžetováním, bumpingem či planžetou.

Základní pravidlo u vchodových dveří zní takto: Jestliže je zámek namontován vlevo, tak byste měli točit doprava a naopak. Visací zámky, nábytek, psací stoly a podobné předměty se většinou otevírají po směru hodinových ručiček. [3]



*Obr. 8. Ukázka soupravy planžet pro nedestruktivní metodu[17]*

## 6 ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN EN 12320

Stavební kování – Visací zámky a příslušenství visacích zámků – Požadavky a zkušební metody. ICS 91.190 květen 2013.

Uvedená norma je českou verzí evropské normy EN 12320:2012. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze. Nahrazení předchozích norem. Touto normou se nahrazuje ČSN EN 12320 (16 5123) z března 2002.

### Předmluva

Tento dokument (EN 12320:2012) byl vypracován technickou komisí CEN/TC 33 Dveře, okna, uzávěry, stavební kování a doplňky, jejíž sekretariát zajišťuje AFNOR. Této evropské normě je nutno nejpozději do dubna 2013 dát status národní normy, a to buď vydáním identického textu, nebo schválením k přímému používání, a národní normy, které jsou s ní v rozporu, je nutno zrušit nejpozději do dubna 2013. Upozorňuje se na skutečnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN [a/nebo CENELEC] nelze činit odpovědným za identifikování jakéhokoli nebo všech patentových práv. Tato evropská norma nahrazuje EN 12320:2001.

Následuje seznam technických změn proti předcházejícímu vydání:

omezení manuálního napadení;

odolnost proti korozi;

tabulka 2 – Bezpečnostní požadavky;

odolnost proti napadení vytržením válce/cylindrické vložky;

příloha A Vzorkování a řazení.

Zkušební metody jsou detailně popsány tak, aby byla zajištěna opakovatelnost v jakékoli zkušební organizaci v rámci Evropy, a kritéria přijetí jsou definována objektivně, aby byla zajištěna jednotnost ohodnocení.

Předmět normy:

Uvedená evropská norma určuje provedení a další požadavky na pevnost, bezpečnost, životnost, provedení a odolnost proti korozi visacích zámků. Stanoví jednu kategorii použití, dvě kategorie životnosti, šest kategorií odolnosti proti korozi a šest tříd bezpečnosti zalo-

žených na provedení zkoušek simulujících napadení. V této evropské normě je zahrnuto omezené zkoušení manuálního napadení, protože zkoušení pomocí přípravků není reprodukovatelné pro všechny znalosti manuálních napadení.[4]

## 7 MECHANICKÁ ZKOUŠKA TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ

Mechanické zkoušky patří k nejdůležitějším mechanickým zkouškám a materiálových zkoušek je známa celá řada. Informuje nás, jak se chová materiál za jiných podmínek a umožňuje nám poznat materiálové vlastnosti, které jsou vhodné pro využití v různých provezech. Zjišťujeme mechanické vlastnosti deformačního chování materiálu za podmínek působení vnějších sil při různém zatížení. Některé mechanické vlastnosti materiálů vyjadřují jeho odpor proti deformaci např. (mez kluzu, mez tečení, tvrdost,...). Jiné vyjadřují jeho deformační schopnost (kontrakce, tažnost,..). Materiál schopný velkých deformací před vznikem lomu je tvárný, materiál který klade velký odpor proti deformaci je pevný. Tvárný a zároveň pevný materiál je houževnatý, k jeho přetvoření je potřeba velké práce. Naopak materiál, u něhož lomu předcházejí malé deformace, je křehký.

Podstatou této zkoušky kovových materiálů tahem se v ČR řídí normou ČSN EN ISO 6892-1 (tahových zkoušek za pokojové teploty), ČSN EN 10 002 (1994), opravné verze (2000) ČSN EN 10 002-1 (zkoušky tahem kovových materiálů při teplotě okolí) shodnou s evropskou normou EN 10 002:90, která se skládá z pěti částí:

Česká technická norma: ČSN EN 10 002-1 (42 0310). Část 1: Zkušební metoda za okolní teploty ČSN EN 10 002-1 (42 0310), platnost ukončena 1. 3. 2010.[5]

Nahrazena normou ČSN EN ISO 6892-1. Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty.[6]

Část 2: Zkouška tahem za zvýšené teploty.[6]

Česká technická norma: ČSN EN 10002-2:1991 zavedena v ČSN EN 10002-2:1997 (25 0249) Kovové materiály - Zkouška tahem - Část 2: Ověřování měřicího systému síly trhačích strojů, zrušena a nahrazena EN ISO 7500-1:1999 zavedenou v ČSN EN ISO 7500-1:2001 (42 0322) Kovové materiály - Ověřování statických jednoosých zkušebních strojů - Část 1: Trhačí stroje a lisy - Ověřování a kalibrace systému měření síly.[7]

Část 2: Ověřování siloměrného měřicího systému tahových zkušebních strojů ČSN EN ISO 7500-1 (42 0322) EN 10002-2:1991 zavedena v ČSN EN 10002-2:1997 (25 0249) Kovové materiály - Zkouška tahem - Část 2: Ověřování měřicího systému síly trhačích strojů, zrušena a nahrazena EN ISO 7500-1:1999 zavedenou v ČSN EN ISO 7500-1:2001 (42 0322).[7]

Česká technická norma: ČSN EN ISO 376 (42 0358). Část 3: Kalibrace siloměrů používaných k ověřování zkušebních strojů pro zkoušku jednoosým tahem. Tato norma je českou verzí evropské normy EN ISO 376:2011. Touto normou se nahrazuje ČSN EN ISO 376 (42 0358) z dubna 2005. Kovové materiály – Kalibrace siloměrů používaných k ověřování jednoosých zkušebních strojů.[8]

Česká technická norma: ČSN EN ISO 9513 (42 0386). Část 4: Ověřování průtahoměrů používaných při zkoušce jednoosým tahem ČSN EN ISO 9513 (42 0386). ISO 9513:1999 zavedena v ČSN EN ISO 9513:2003 (42 0386) Kovové materiály - Kalibrace průtahoměrů používaných při zkoušení jednoosým zatížením.[9]

Česká technická norma: ČSN EN 10 002-5 (42 0312). Část 5: Zkušební metoda za zvýšené teploty ČSN EN 10 002-5 (42 0312).[5]

## 7.1 Rozdělení mechanických zkoušek

Druhy mechanických zkoušek podle způsobu zatěžování:

a) **zkoušky statické** – materiál je pomalu a klidně namáhán vzrůstající silou na zkušební těleso, zkoušky pevnosti a tvrdosti:

- **tahem, ohybem, tlakem, stříhem, krutem**

b) **zkoušky dynamické** – síla působící rázem na určitou velikost po zlomek sekundy, při únavové zkoušce se cyklicky mění zatížení i mnohokrát za sekundu,

- rázem – působí rázem
- cyklické – únavové, zkouší se kolik cyklů vydrží materiál

c) **krátkodobé, dlouhodobé**

Podle účinků zatížení na zkušební těleso:

- **destruktivní** – zkušební těleso se deformuje, nebo poruší,
- **nedestruktivní** – kde nedochází k trvalé změně tvaru, rozměru, chemického složení, struktury a jiného zanechání stop po vniknutí do zabezpečeného objektu.

Podle teploty:

- normální,
- vyšší,

- snížené.

Zvláštní technická zkouška: zkouška tvrdosti – ověření materiálové tvrdosti,

- Zkouška podle Brinella – zjišťuje se tvrdost oceli a neželezických kovů, vnikacím tělesem je leštěná kalená ocelová kulička.
- Zkouška podle Rockwella – je pro kalené materiály, vnikací těleso je diamantový kužel o vrcholovém úhlu  $120^\circ$  nebo ocelová kulička.
- Zkouška podle Vickerse – spočívá ve vlačování diamantového vnikacího tělesa do zkušebního materiálu pod zkušebním zatížením  $F_{po}$  stanovenou dobu – měří se úhlopříčka vtisku na sebe kolmá.

Zkoušky tvárnosti.

## 7.2 Mechanické zkoušky statické

Mechanické zkoušky statické jsou základem mechanického zkoušení materiálu. Materiál povolna zatěžujeme bez rázu, jednou nebo opakovaně. Základem je zkouška pevnosti. Materiálová pevnost se definuje jako největší napětí, jehož je potřeba k rozdělení materiálu na dvě části testovaných vzorků.

Podle způsobu působení zatěžující síly se rozdělují na zkoušky pevnosti:

- v tahu,
- v tlaku,
- v ohybu,
- v krutu,
- v stříhu.

## 7.3 Zkouška pevnosti v tahu

Tahovou zkouškou je určena základní mechanická charakteristika používaná k hodnocení jakosti materiálu, k obecnému posouzení vhodné určité technologické operace a pro výpočty konstrukcí. Mechanická statická zkouška pevnosti v tahu spočívá v deformaci zkušební vzorku tahovým zatížením obvykle do přetržení vzorku. U všech statických zkoušek vzniká napětí v zatížené součásti.

Zkouška tahem:

- mechanická statická zkouška tahem je nejpoužívanější,

- zkušební těleso ve tvaru tyče upnuté do čelistí zkušebního stroje (kde je osa tyče stejná jako osa upínacích čelistí zkušebního stroje),
- během průběhu zkoušky tahem se v záznamovém zařízení zkušebního stroje měří velikost zatížené síly a prodloužení zkušební vzorku tyče,
- výstupem zkoušky v tahu je pracovní (tahový) diagram a naměřené hodnoty vzorků,
- zkouška probíhá při okolní teplotě v rozmezí od 10 °C do 35 °C, v arbitrážních případech  $23 \pm 5$  °C.

Zkouškou tahem zjistíme normované vlastnosti:

- **mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_P$ ) napět'ové charakteristiky** – zvyšováním zátěže je rovnoměrné  $1_0$ , bod P nám říká, kde je maximální zatěžovací síla, při které stanovíme mez pevnosti v tahu. Měříme sílu  $F$  a přepočteme na smluvní napětí  $R = \frac{F}{S_0}$ .

$$(\sigma_P)R_m = \frac{F_{max}}{S_0} [MPa] \quad (1)$$

- **mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_S$ ) napět'ové charakteristiky** - klesání zátěžné síly

$$(\sigma_S)R_b = \frac{F_b}{S_0} [MPa] \quad (2)$$

- **mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napět'ové charakteristiky** – je viditelná u tvárných materiálů př. nízkouhlíková ocel, určuje se pro trvalou deformaci  $\varepsilon = 0,2\%$  ( $\sigma_{0,2}$ ) nebo  $R_{p0,2}$  [MPa]

$$(\sigma_K)R_e = \frac{F_e}{S_0} [MPa] \quad (3)$$

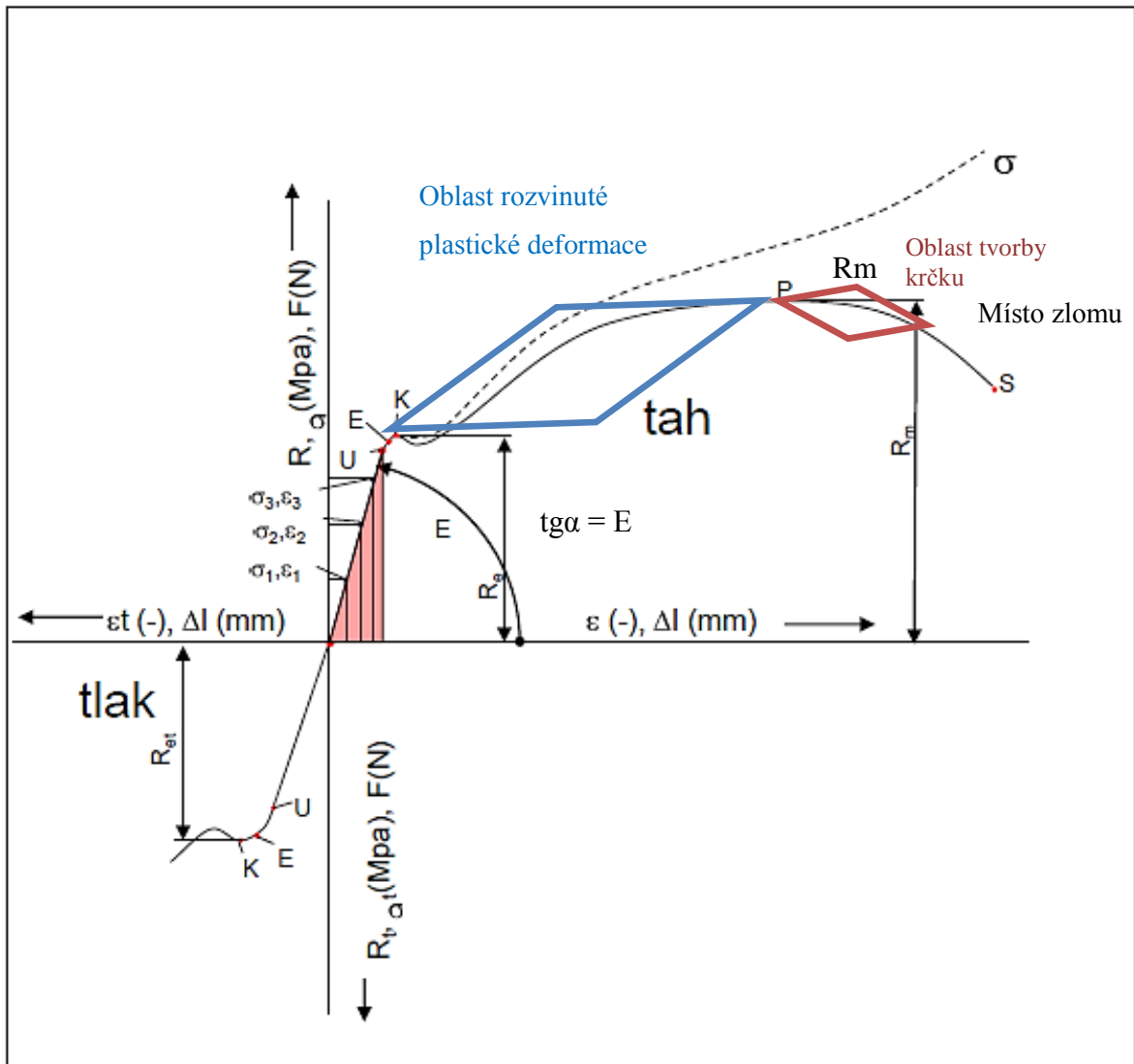
- **tažnost  $A$  deformační charakteristiky** – je to vyjádření poměrného prodloužení původní délky v procentech

$$A = \varepsilon_u = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100 = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

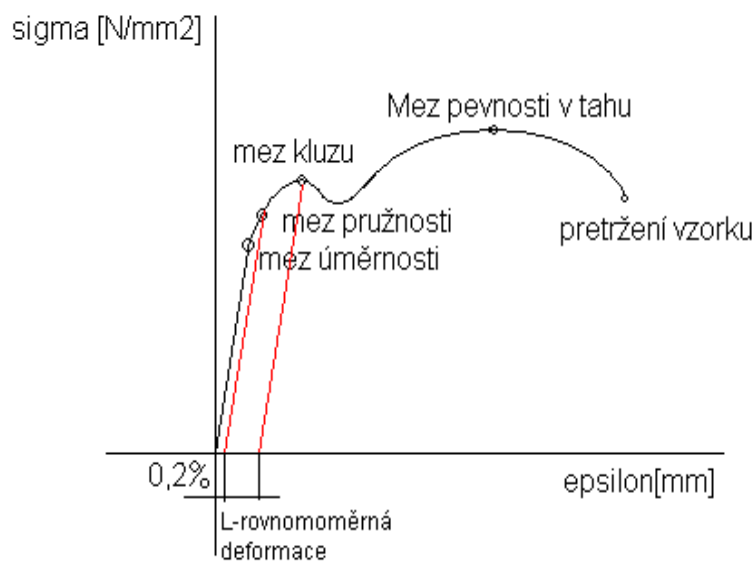


- **kontrakce (poměrné zúžení) Z deformační charakteristiky** - je dáno poměrem zúžení průřezem tyče po přetržení ( $S_0 - S$ ) k původnímu průřezu  $S_0$ . Vyjádření je v %.

$$Z = \psi_u = \frac{\Delta S}{S_0} \cdot 100 = \frac{S_0 - S}{S_0} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$



Obr. 9. Fázový diagram tahové zkoušky [18]



Obr. 10. Popis fázového diagramu tahové zkoušky[18]

- mez pružnosti – odpovídá přechodu části z meze úměrnosti do části meze kluzu, za níž už vznikají plastické deformace,
- mez plastické stability – je oblast přechodu části meze kluzu do meze pevnosti v tahu,
- mez lomu – je část, ve které dochází k přetržení vzorku.

V souvislosti s vnějšími podmínkami není materiál schopen zajistit požadované vlastnosti, ve kterém je stádium mezní stav. Struktura materiálu je podstatným vnitřním faktorem.

Proti narušení vazeb cizími tělesy odpor udává tvrdost materiálu. Výsledek je většinou ve formě bezrozměrného čísla. Důležité je zaznamenat vlastnost prostředí, ve kterém zkoušky tvrdosti probíhají, jinak mohou mít vliv na získané hodnoty z měření.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 MECHANICKÁ STATICKÁ ZKOUŠKA V TAHU

Mechanická statická zkouška v tahu patří k odolnosti zkoušení kovů mezi nejdůležitější zkoušky, při které zjišťujeme odolnost a vlastnost materiálu. Při rovnoměrném a pozvolném zatěžování materiálu dojde působením vnějších sil ke vzniku lomu. Můžeme podle struktury lomu zjistit, zda je materiál křehký nebo houževnatý. Výsledek tahové zkoušky slouží jako podklad při hodnocení jakosti materiálu nebo k volbě vhodného materiálu při provozním namáhání pro dané podmínky. Popřípadě ze statistického hlediska odolnosti zabezpečení vyžadované normou EN 1627. Mechanická statická zkouška tahem kovových materiálů se v ČR řídí normou zkoušky tahem kovových materiálů při teplotě okolí shodnou s evropskou normou EN 10 002:90ČSN EN 10 002-1.

Další mechanické vlastnosti určené tahovou zkouškou:

Tahová houževnatost představuje celkovou práci, kterou je třeba během tahové zkoušky vykonat, aby došlo k přetržení zkušební tělesa. [2]

Kromě mechanických zkoušek se v praxi uplatňují také zkoušky technologické, které slouží k posouzení, zda lze daný materiál podrobit určité technologické operaci např. obrábění, kování, svařování, povrchovým úpravám atd. Mezi nejčastější patří zkoušky slévárenských vlastností – zabíhavosti a smrštění, zkoušky svařitelnosti, zkoušky tvářitelnosti za tepla a za studena. [2]

### 8.1 Princip tahové zkoušky

Zkušební těleso se zatěžuje ve zkušebním stroji až do přetržení pomalu rostoucí silou. Deformací zkušební tyče se zjišťuje závislost mezi působící silou  $F$ , průřezu zkušební tyče  $S_0$  [mm<sup>2</sup>], měřené délce  $l_0$  [mm] a ve směru své osy je namáhána silou  $F$ [N]. Z původní naměřené délky  $l_0$  na hodnotu  $l_0 + \Delta l$  se prodlouží zatížená tyč. Naměřený původní průřez  $S_0$  se změní na průřez  $S$  a síla  $F$  ve zkušební tyči vyvodí normálové napětí  $\sigma$ .

$$\sigma = \frac{F}{S_0} [MPa] \quad (6)$$

Zatížení se vztahuje na původní plochu průřezu  $S_0$ , kde  $\sigma$  je smluvní hodnota. Pružnost v tahu pro ocel:  $E = 2,1 \cdot 10^5$  MPa.

## 8.2 Testování rezistence

Testování odolnosti u každého výrobku má své opodstatnění. Musí být uzpůsobeno požadavkům na výrobek, který má své specifické určení. Ve všech oborech a odvětvích platí toto pravidlo a bezpečnostní technologie nejsou výjimkou. Zpravidla je nutné dbát na velkou odolnost proti mechanickému překonání a to zejména u MZS. Metody a postupy na testování musí být náročné a přesné na vyhodnocení pro daný produkt a to v rozumných mezích. Důležité je měřit nejen v laboratorních podmínkách za konstantní teploty, ale i za jiných teplot například venkovních. U výrobků, které jsou určeny pro venkovní použití bereme v úvahu i teploty, kterých je možné běžně dosáhnout.

## 9 ZKUŠEBNÍ VZORKY – VISACÍ ZÁMKY FAB 30H/38, FAB 30H/45

Zkušební vzorky představují padesát kusů visacích zámků FAB 30H/38 a deset kusů visacích zámků FAB 30H/45 vyráběné firmou FAB s. r. o. v Rychnově nad Kněžnou, která patří do koncernu firmy ASSA ABLOY.

### 9.1 Visací zámek FAB 30H/38

Zkušební vzorky k mechanické statické tahové zkoušce jsem použila visací zámky FAB 30H/38 se třmenem padesát kusů. Tento visací zámek má zvýšenou ochranu proti řezání, stříhání nebo úderům kladiva (HARDENED). Třmen visacího zámku je ocelový a jednostranně jištěný o průměru 6 mm. Po odemčení mechanického systému je třmen samočinně výsuvný a otočný o 360°. Tělo visacího zámku má litinové těleso s povrchovou úpravou modrý komaxit. Dodáván je standardně se třemi klíči.



Obr. 11. Zkušební vzorek – visacího zámku FAB 30H/38[19]

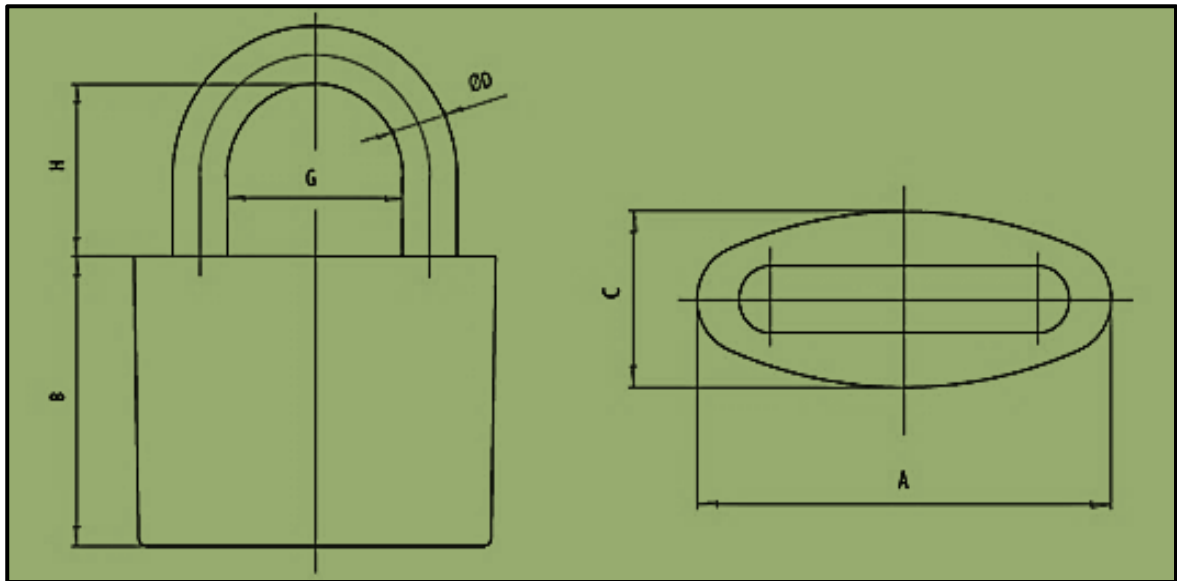
Na obrázku 11. je zkušební vzorek visacího zámku FAB 30H/38 pro statickou zkoušku v tahu. Třmen visacího zámku je vyroben z oceli s pozinkovanou úpravou. Tělo visacího

zámku je litinové s povrchovou úpravou modrý komaxit. Vnitřní část visacího zámku má cylindrickou vložku. Používá se jako ochrana vstupních jednotek a je velmi oblíben u veřejnosti. Nejčastěji se tento visací zámek používá k uzamčení staveníšť, zahradních branek, pracovních skříní, atd.



*Obr. 12. Sada třech klíčů dodávaných k visacímu zámku FAB 30H/38*

Na obrázku č. 12 je sada třech klíčů dodávaných k visacímu zámku FAB 30H/38.



Rozměry (mm)	A	B	C	D	G	H
FAB 30H/45	38	34	15	6	19	17

Obr. 13. Nákres visacího zámku FAB 30H/38[20]

Na obrázku č. 13 je nákres a popis visacího zámku s rozměry (mm) u zkušební vzorku visacího zámku FAB 30H/38.

## 9.2 Visací zámek FAB 30H/45

Zkušební vzorek k mechanické statické tahové zkoušce jsem použila visací zámek FAB 30H/45 se třmenem. Tento visací zámek má zvýšenou ochranu proti řezání, stříhání nebo úderům kladiva (HARDENED). Třmen visacího zámku je ocelový a jednostranně jištěný o průměru 7 mm. Po odemčení mechanického systému je třmen samočinně výsuvný a otočný o 360°. Tělo visacího zámku má litinové těleso s povrchovou úpravou modrý komaxit. Dodáván je standardně se třemi klíči.





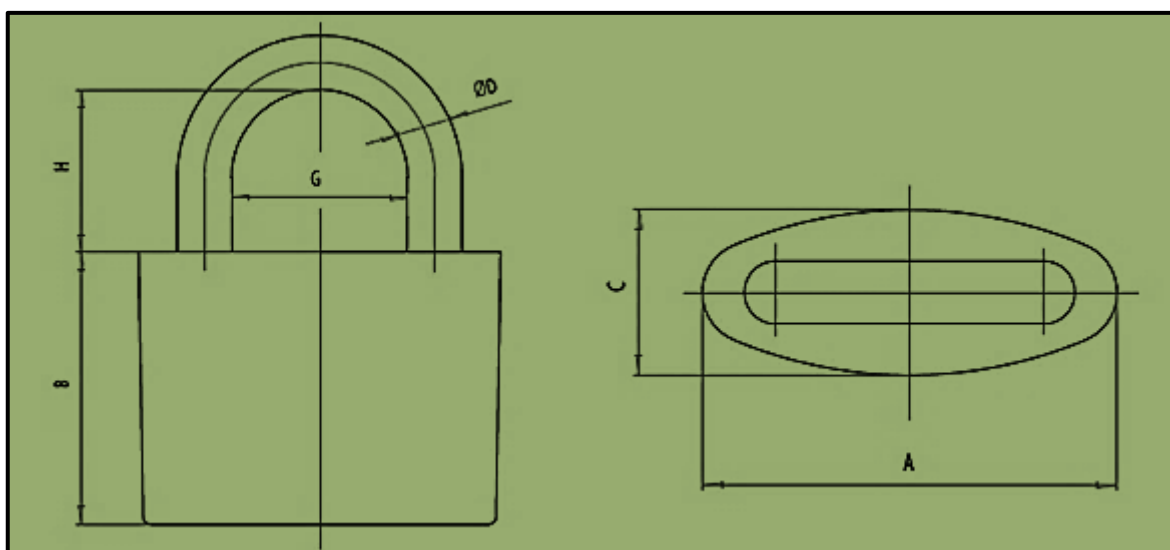
*Obr. 14. Zkušební vzorek – visací zámek FAB 30H/45[21]*

Na obrázku 14. je zkušební vzorek visacího zámku FAB 30H/45 pro mechanickou statickou zkoušku v tahu. Třmen visacího zámku je vyroben z oceli s pozinkovanou úpravou. Tělo visacího zámku je litinové s povrchovou úpravou modrý komaxit. Vnitřní část visacího zámku má cylindrickou vložku. Používá se jako ochrana vstupních jednotek a je velmi oblíben u veřejnosti. Nejčastěji se tento visací zámek používá k uzamčení stavenišť, zahradních branek, pracovních skříní, atd.



Obr. 15. Sada třech klíčů dodávaných k visacímu zámku FAB 30H/45

Na obrázku 15. je zaznamenána sada třech klíčů dodávaných k visacímu zámku FAB 30H/45.



Rozměry (mm)	A	B	C	D	G	H
FAB 30H/45	45	36	18	7	23	22

*Obr. 16. Nákres visacího zámku FAB 30H/45[22]*

Na obrázku č. 16. je technický nákres a popis visacího zámku s rozměry (mm) velikosti u zkušebního vzorku visacího zámku FAB 30H/45.

## 10 MECHANICKÁ TAHOVÁ ZKOUŠKA PŘÍSTROJEM ZWICK 1456

Zkouška měření byla provedena na zkušebním přístroji ZWICK 1456 pro nízké a vysoké zatížení, který je vybaven softwarem testXpert pro měření a řízení s digitální technologií. Zkušební stroj provádí mechanické statické zkoušky vzorků v tahu, tlaku, ohybu a v cyklickém namáhání. Vlastní přístroj je vybaven řídicí elektronikou testControl a počítač s pomocí softwaru testXpert plně zajišťuje automatizovaný průběh měření zkoušky, zpracování naměřených hodnot a vizualizaci. Dalším příslušenstvím je stojan upínacího zařízení. S použitím variabilních upínacích přípravků můžeme provádět zkoušky z různých vzorků a materiálů. Jsou zde k dispozici dva snímače síly, jeden do 2,5 kN a druhý do 20 kN. Dále je možné použití teplotní komory k měření různých teplotních rozdílů. Pro zpřesnění měření modulu pružnosti je stroj vybaven extenzometrem. Na základě naměřených hodnot provádí software testXpert veškeré výpočty automaticky a výsledky zaznamenává do tabulek a grafů.



Obr. 17. Zkušební systém ZWICK 1456[23]

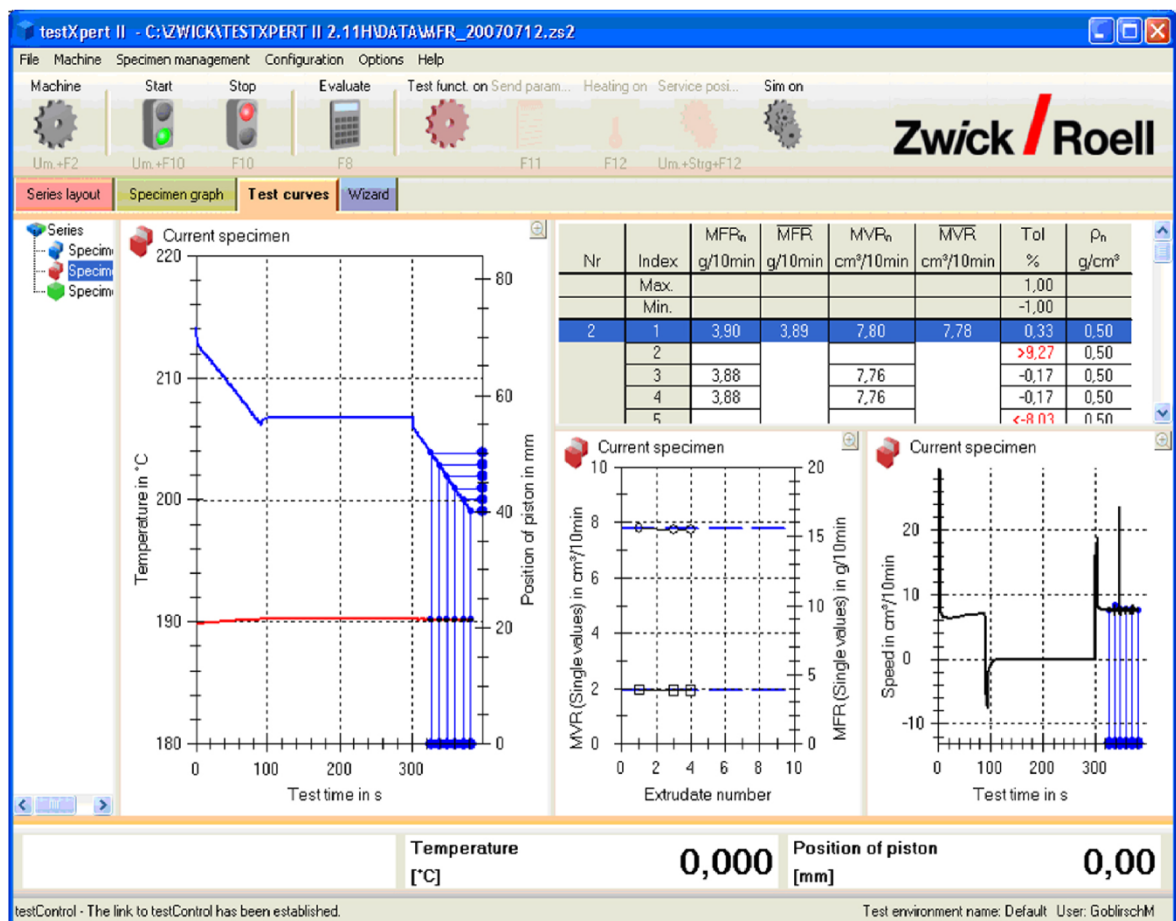
## 10.1 Technické údaje systému ZWICK

- maximální posuv příčnicku 800mm/min,
- snímače síly 2,5 kN a 20 kN,
- teplotní komora – 80 / + 250 °C,
- testXpert software Tah, Tlak, Ohyb.

## 10.2 TestXpert II

TestXpert II je zkušební software firmy Zwick testXpert II představuje novou generaci softwaru pro zkoušení materiálů, který byl vytvořen na platformě Microsoft Windows a využívá nejnovější softwarové technologie. TestXpert II je jednoduchý a flexibilní, uživatelsky příjemný a výkonný, precizní, a přesto cenově výhodný, inteligentní a spolehlivý. Zkušební technika firmy Zwick se osvědčila při využití ve více než 20 odvětvích průmyslu.

Naše bohaté zkušenosti se zkoušením materiálů a s aplikační technikou, které jsme získávali několik desetiletí, stejně jako spolupráce s našimi zákazníky z nejrůznějších oborů jsou garancí spolehlivosti výrobků a služeb. Díky aktivní spolupráci s různými výbory pro stanovení norem můžeme navíc zaručit, že testXpert II reflektuje nejnovější vývoj. Tento software se proto ideálně hodí pro každou oblast použití. Díky integrovanému přepínání terminologie se pokročilé programové vybavení (tzv. Master) automaticky přizpůsobí danému odvětví průmyslu a nastaví terminologii, zkratky, symboly, jednotky i parametry odpovídající vašim požadavkům. Vy tak uvidíte jen to, co ve svém oboru potřebujete. Práce se softwarem testXpert II je tak ještě snazší. Všechny standardní zkušební předpisy jsou již samozřejmě optimálně přizpůsobeny dané terminologii, která se používá v konkrétním odvětví. [24]



Obr. 18. Ukázka rozhraní software testXpert II. [24]

## 11 NÁVRH NA PROVEDENÍ TAHOVÉ ZKOUŠKY

Provedení statické tahové zkoušky rezistence (odolnosti) aplikované na třmenový systém visacích zámkových systémů. Předpoklad měření tahové zkoušky bylo poměrné prodloužení třmenového systému. K provedení statické mechanické zkoušky jsem použila padesát zkušebních vzorků visacích zámků FAB 30H/38 a deset zkušebních vzorků visacích zámků FAB 30H/45. Vzhledem velkému množství zkušebních vzorků, jsem uvedla pro ukázkou čtyři vzorky visacího zámků FAB 30H/38 a pět vzorků FAB 30H/45. Na zkušebním trhačím zařízení ZWICK 1456 jsem provedla za konstantní a zchlazené teploty mechanickou statickou zkoušku v tahu.

### 11.1 Postup měření tahové zkoušky v laboratorních podmínkách

Trhačí stroj ZWICK 1456 aktivujeme pomocí počítače, ke kterému je testovací stroj připojen. Otevřeme software testXpert a nastavíme hodnoty software na mechanickou zkoušku v tahu a založení složky nového souboru pro sérii měření. Propojení mezi snímačem síly a programem nastavíme parametry měření, jako je průběh grafu a četnost zapisování naměřených dat, výpočtovou část měření a vizualizaci získaných hodnot. V nastavení je důležité zvolit, po jaké dráze se bude příčnick pohybovat, jestli má klesat (tlačit) nebo stoupat (trhat). Umožňuje nastavení i velikost síly, jakou bude působit, maximum je 24 kN. Vybereme upínací čelisti, které budou držet visací zámek v čelistech proti vytržení. Horní a dolní upínací hlavu můžeme měnit podle potřeby prováděné zkoušky. Upínací hlavy se pohybují pomocí servomotorům umístěných po stranách šroubovice. Zkušební těleso v tomto případě visací zámek upneme do čelisti zkušebního stroje, kde provedeme kontrolu vzorku, jestli se nehýbe a drží pevně v čelistech. Jakékoliv vychýlení nebo pohyb vzorku z osy by mohlo mít negativní dopad na výsledky měření a způsobit nepřesné naměření tahové zkoušky.

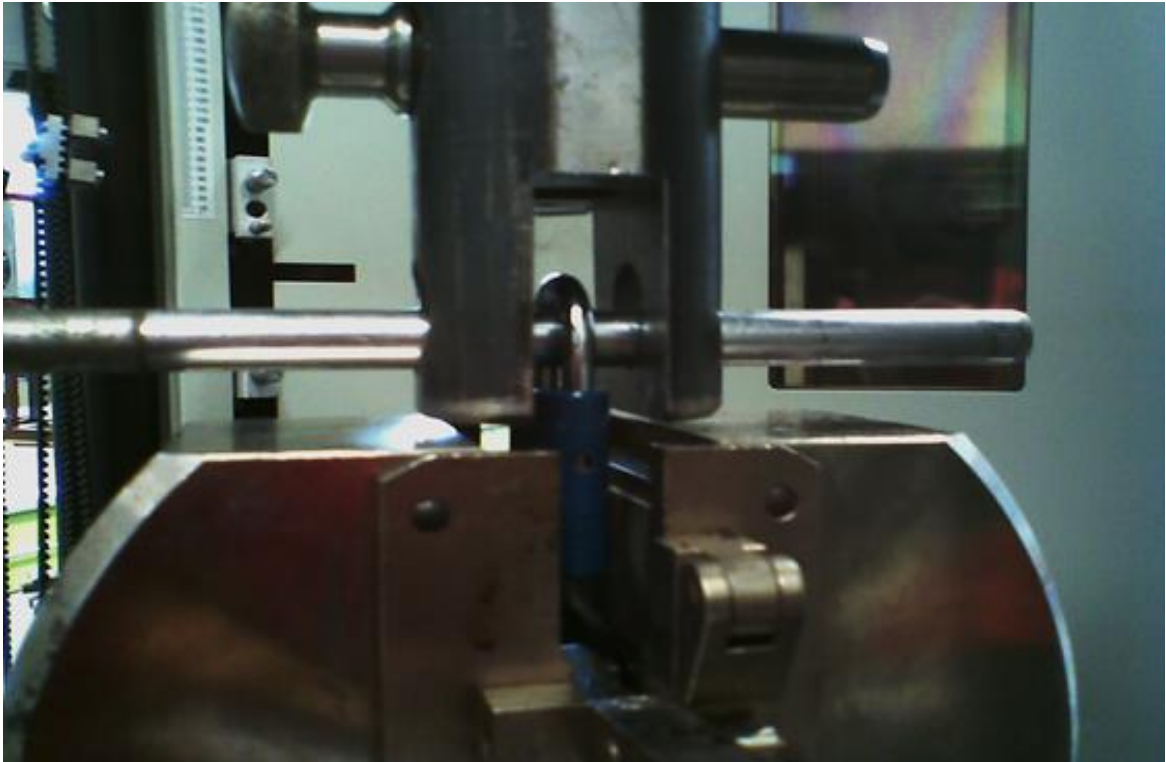
Předpoklad, že provádíme měření při pokojové teplotě, by toto ztrácelo význam (pokud jsme testovací objekt právě nevytáhli z chladicího boxu apod.). Jestliže chceme zjistit chování vzorku za jiných teplot (vyšších či nižších), je nutné vzorek před měřením ochladit nebo zahřát na požadovanou teplotu. Vzorek pro požadovanou teplotu musí být vystaven delší dobu. Pokud by vzorek nebyl dostatečně dlouho vystaven požadované teplotě, pak by nemusel změnit teplotu v celém svém objemu a výsledky by byly opět nepřesné.

Musíme vzít v úvahu i fakt, že měření může trvat delší dobu a vzorek by mohl v průběhu času začít ztrácet získanou teplotu (ochlazovat se nebo zahřívát).

Zchlazené vzorky pro statickou tahovou zkoušku, byly zchlazené na  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  v mrazícím zařízení Liebherr. Zchlazené vzorky odolávaly více zatížení, než vzorky při konstantní teplotě a doba zlomu v nejslabší části byla delší.

Třmenem visacího zámku a trhacího stroje protáhneme železný váleček..... Nastavení rychlosti zatěžování vzorku na  $5,8\text{ mm/min}$  při pokojové teplotě a u zchlazeného vzorku  $1,01\text{ mm/min}$ . Nastavení čelistí do výchozí polohy vhodné pro měření pomocí manuálního posuvu příčnicku. Zadáme aktuální pozici příčnicku do programu, kterou na pravé straně sloupku odečteme. Nastavíme počáteční vzdálenost čelistí  $L_0$  a kruhový průřez měřeného vzorku. Vynulujeme hodnotu síly stisknutím klávesy síla (Force) 0 nebo F2, kterou měří sonda nebo kliknutím myši přímo v programu testXpert. Takto připravený trhací stroj spustíme k tahové zkoušce pomocí programu testXpert a kliknutím na klávesu Start. Během průběhu zkoušky tahem se v záznamovém zařízení zkušebního stroje bude měřit velikost zatížené síly zkušebního vzorku u třmenu visacího zámku, kde je zaznamenávána závislost zatížení [N], prodloužení [mm] nebo závislost napětí [MPa] a její prodloužení v procentech [%]. Na obrazovce monitoru se začne vykreslovat graf napětí v závislosti na poměrné deformaci vzorku. Výstupem zkoušky v tahu bude pracovní (tahový) diagram a naměřené hodnoty vzorků. Zkouška probíhá při konstantní pokojové teplotě v rozmezí od  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  a při zchlazení vzorků v chladicím boxu na  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Provedeme zpracování a validaci naměřených hodnot tahové zkoušky.





*Obr. 19. Upevnění visacího zámku v čelistech trhacího stroje ZWICK 1456*

V průběhu testování není nutné mezivýsledky zapisovat, získané hodnoty automaticky zaznamenává software testXpert v PC. Přesný průběh měření, který předchází deformaci zlomu, by nebylo možné určit bez zaznamenaných výsledků měření.

Po ukončení měření je nutné zdokumentovat vzorky po tahové zkoušce (archivace dat) stav testovaného vzorku (zlom). V našem případě byly vzorky znehodnoceny pro další využití. Naměřené hodnoty statické zkoušky v tahu prokázaly deformaci tělesa (zlom) u třmenu visacího zámku už při zatížení síly  $F$  [N] 2500, který je z mechanického hlediska použitelný k uzamykání visacího zámku klíčovým mechanismem.

Ze všech získaných hodnot během měření software testXpert automaticky vytvoří přehledné výpočty s grafy. Zaznamenaná deformaci tělesa (zlom, ohyb, prodloužení), jakou silou se na těleso působilo a o jakou vzdálenost se těleso zdeformovalo.

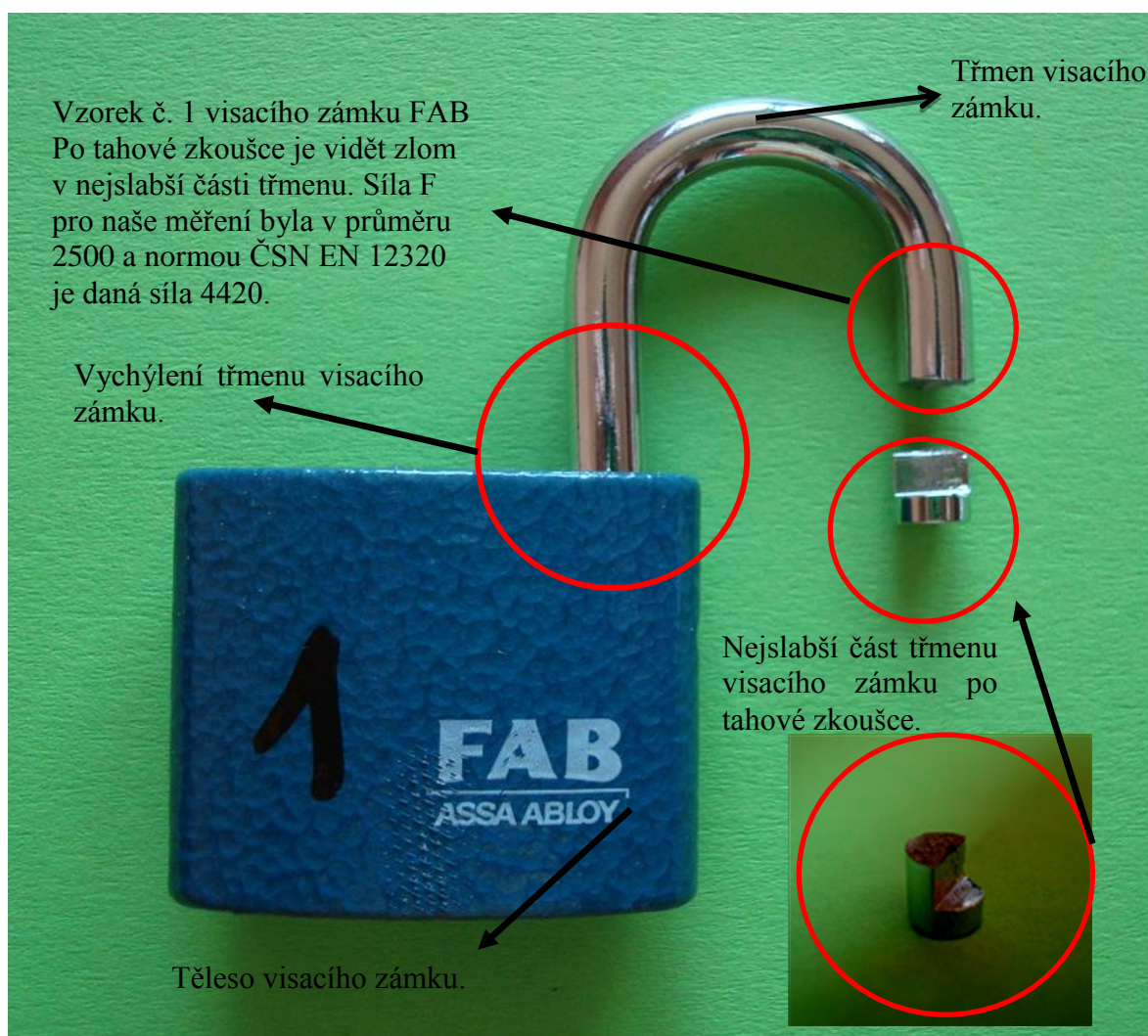
## **11.2 Naměřené hodnoty**

Zkušební měření tahové zkoušky bylo provedeno na čtyřech vzorcích visacích zámků FAB 30H/38 za konstantní teploty a FAB 30H/45 za teploty zchlazené. Naměřené hodnoty a grafy byly zpracovány programem testXpert, zkopírovány z programu testXpert a vloženy do programu MS Excel.

### 11.3 Vyhodnocení naměřených hodnot

Z těchto zjištěných a naměřených hodnot a faktů můžeme vyvodit závěr, který můžeme podložit naměřenými údaji. Do programu MS Excel se vloží všechny naměřené hodnoty, kde jsou uvedeny všechny důležité informace a veškeré výsledky výpočtů a grafů. Naměřené hodnoty v závislosti na požadavcích u tohoto konkrétního měření jsou pro nás plně využitelné. Pro měření za školních podmínek je tato metoda dostačující a informuje nás o rezistenci tahové zkoušky třmenu visacích zámkových systémů.

Rezistence vynaložená u statické tahové zkoušky odpovídá pouze statistickým informacím. Z hlediska evropské normy EN 1627 a stupněm bezpečnostní třídy RC 1 a RC 2 usnadňuje volbu při výběru vhodných výrobků normou splňujících požadovanou úroveň zabezpečení.



Obr. 20. Vzorek č. 1 po tahové zkoušce

Dokumentace nafocených obrázků (archivace dat) visacích zámků po mechanické tahové zkoušce rezistence je vidět zlom v nejužším místě visacího zámku, které slouží k uzamčení zámku klíčovým mechanismem. Nejdůležitější součástí visacího zámku je třmen. Na obrázku č. 20 po statické tahové zkoušce rezistence třmenového systému visacího zámku je zřejmé vychýlení třmenu směrem ke slabší části, která se při tahové zkoušce zlomí. Statickou tahovou zkouškou bylo zjištěno, že třmen visacího zámku je podle normy EN 1627 zabezpečení nevyhovující. Validace statické zkoušky v tahu prokázala, že třmen visacího zámku se trhá při průměru zatížení síly  $F$  [N] 2500. Normou daná síla  $F$  [N] 4420 nebyla překonána, protože tahová zkouška prokázala zlom vzorků při průměrném zatížení  $F$ [N] 2500. Norma ČSN EN 12320 říká, že použitý materiál musí splňovat požadavky této normy.



Na obrázku č. 21 (*Domek visacího zámku vzorku č. 1.*) domek visacího zámku po statické tahové zkoušce je zřejmé vychýlení třmenu visacího zámku směrem ke slabší části, která se při tahu statické zkoušky zlomí.

Domek visacího zámku.

*Obr. 21. Domek visacího zámku vzorku č. 1.*

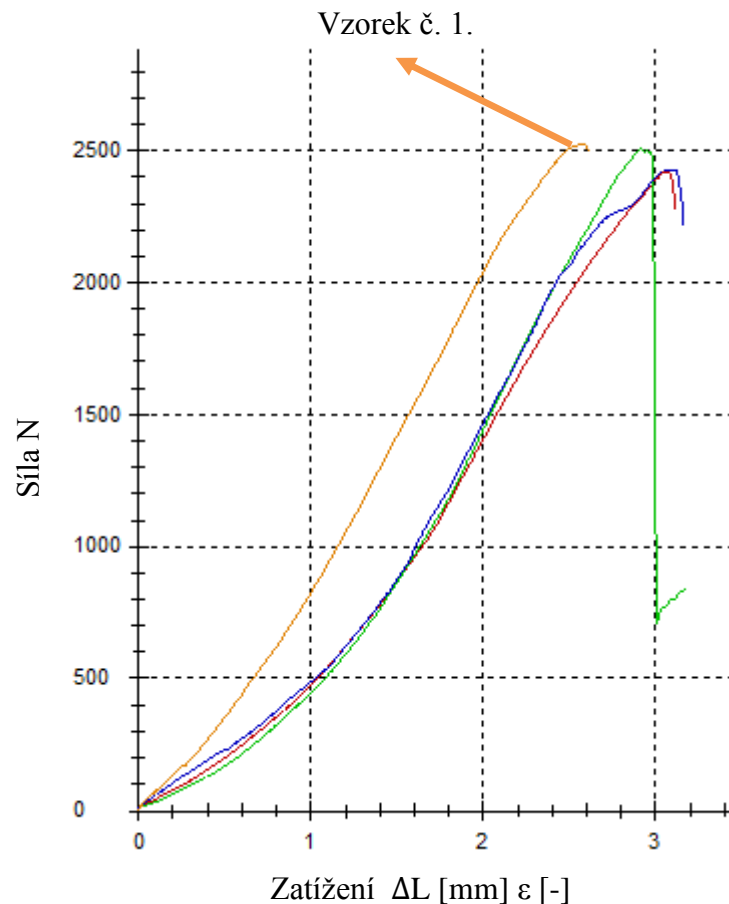
Těleso visacího zámku je vyráběné z materiálů, které odpovídají typu použití a stupněm zabezpečení bezpečnostní třídy RC 1 a RC 2. Obsahuje klíč, stavítka, bubínek, závorník, blokovací kolíky, vodítka, zajišťovací kolík, pružiny závorníku, pod třmen a pod stavítka. Zámky s největší bezpečnostní úrovní zabezpečení tyto výše uvedené součásti klíčového a zamykacího mechanismu už neobsahují.

Tab. 1. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 1

	Nr	1
$d\{lo\ 0\}$	mm	5,8
F (100%)	MPa	77,28
$E\{lo\ mod\}$	MPa	56,9
F at 0.2% plastické	N	56,1
$F\{lo\ max\}$	N	2530
$dL(plast.)\ a\ F\{lo\ max\}$	%	-38,5
$dL\ a\ F\{lo\ max\}$	%	129,2
Nominální zatížení $F\{lo\ max\}$	mm	2,6
$F\{lo\ zlom\}$	N	2490
$dL\ (plastický)\ a\ zlom$	%	-35,2
$dL\ at\ zlom$	%	130,3
Nominální zatížení zlomu	%	130,3
W do $F\{lo\ max\}$	Nmm	3159,58
W do zlomu	Nmm	3217,63
$S\{lo\ 0\}$	mm <sup>2</sup>	26,42

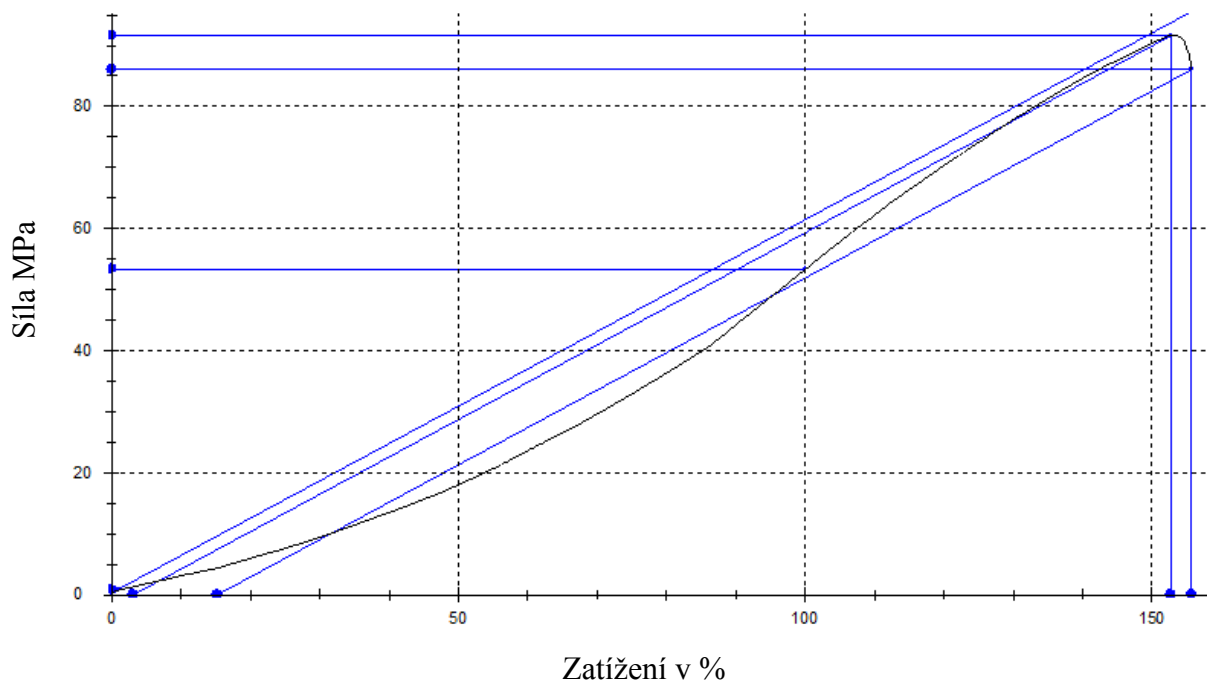
Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. Tabulka č. 1 ukazuje výsledky měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámků za konstantní teploty vzorku č. 1. Vzhledem k použití padesáti vzorků pro statickou mechanickou zkoušku v tahu, jsou zde na ukázkou uvedeny čtyři visací zámkové FAB 30H/38. V tabulce č. 1 (*Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 1*) je zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napěťové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napěťové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napěťové charakteristiky, tažnost A deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) Z deformační charakteristiky. Maximální síla F zatížení je 2530 N.

K mechanické statické tahové zkoušce jsem použila padesát vzorků visacích zámků FAB 30H/38. Vzhledem k většímu množství použitých vzorků jsem uvedla čtyři vzorky po mechanické statické tahové zkoušce v konstantním prostředí.



Graf 1. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 1

U grafu č. 1 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 1*) fázového diagramu statické zkoušky v tahu třmenového systému visacích zámků je zaznamenáno klidné působení, rovnoměrné zatížení na zkušební těleso 1 visacího zámku. Zatížení vyvolává stoupání jednoosého napětí, až do konečné fáze lomu vzorku statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů. Síla zatížení se zvětšuje pomalu, rovnoměrně a plynule od nuly, jak je vidět u grafu č. 1. Rychlost je menší, než je rychlost šíření plastické deformace ve zkušebním tělese do okamžiku jeho porušení, které je z grafu fázového diagramu patrné. Maximální síla zatížení na ose y je 2530 N. Zatížení na ose x je 2,6  $\Delta L$  [mm]  $\epsilon$  [-]. U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose y na hodnotě 2490 N třmenu visacího zámkového systému. Materiál při zatěžování klade odpor vyjádřený napětím [MPa]. Kvalita materiálu se posuzuje velikostí napětí ve zkoumaném vzorku a vyjadřuje jeho odpor proti deformaci. Fázový diagram naměřených hodnot statické tahové zkoušky je diagramem smluvních hodnot, protože veškeré výpočty se vztahují vždy k původnímu průřezu  $S_0$ .



Graf 2. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 1

V grafu č. 2 (*Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 1*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku 1. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 93,1 a deformace nastane u hodnoty 85,2 [MPa] na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 85,2 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $y$  je 2,6 [MPa]. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo zatížení u hodnoty 154,1 %. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 158,9 % jak je vidět z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušební tyčím kruhovitěho tvaru.



Obr. 22. Vzorek č. 2 po tahové zkoušce

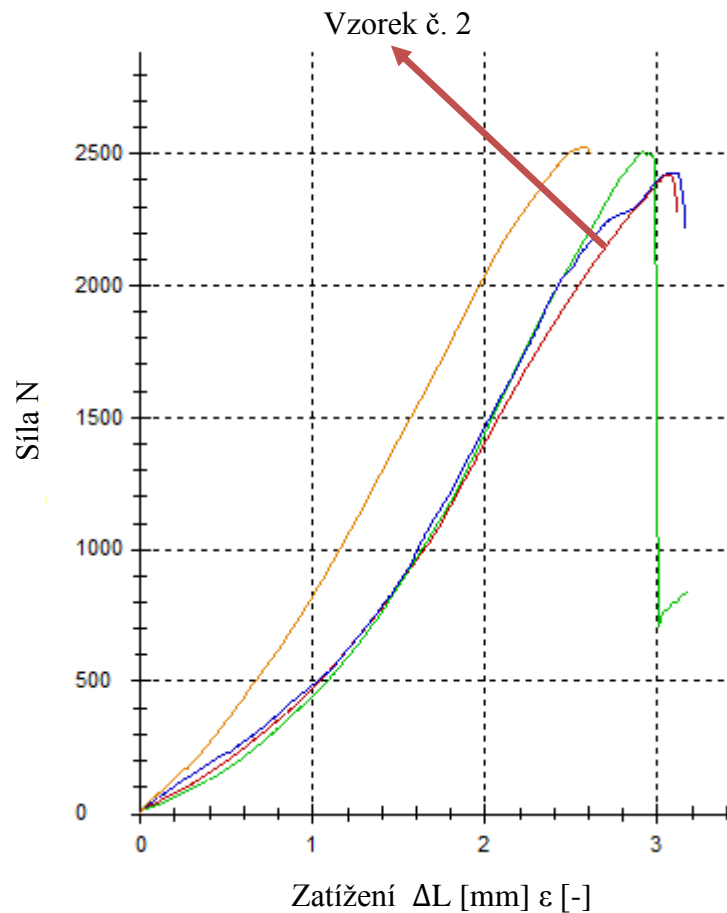
Z dokumentace nafocených obrázků (archivace dat) visacích zámků na obrázku 22. (Vzorek č. 2 po tahové zkoušce) po mechanické tahové zkoušce rezistence je vidět zlom v nejužším místě třmenového systému visacího zámku, který slouží k uzamčení zámku klíčovým mechanismem. Na obrázku č. 22 po měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacího zámku je zřejmé vychýlení třmenu směrem ke slabší části, která se při tahové zkoušce zlomí.

Tab. 2. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 2

	Nr	2
$d_{\{lo\ 0\}}$	mm	5,8
$F\ (100\%)$	MPa	53,32
$E_{\{lo\ mod\}}$	MPa	61,2
$F\ at\ 0.2\%\ plastické$	N	19,7
$F_{\{lo\ max\}}$	N	2420
$dL(plast.)\ a\ F_{\{lo\ max\}}$	%	3,5
$dL\ a\ F_{\{lo\ max\}}$	%	152,7
Nominální zatížení $F_{\{lo\ max\}}$	mm	3,1
$F_{\{lo\ zlom\}}$	N	2270
$dI\ (plastický)\ a\ zlom$	%	15,7
$dL\ at\ zlom$	%	155,7
Nominální zatížení zlomu	%	155,7
$W\ do\ F_{\{lo\ max\}}$	Nmm	3178,29
$W\ do\ zlomu$	Nmm	3321,62
$S_{\{lo\ 0\}}$	mm <sup>2</sup>	26,42

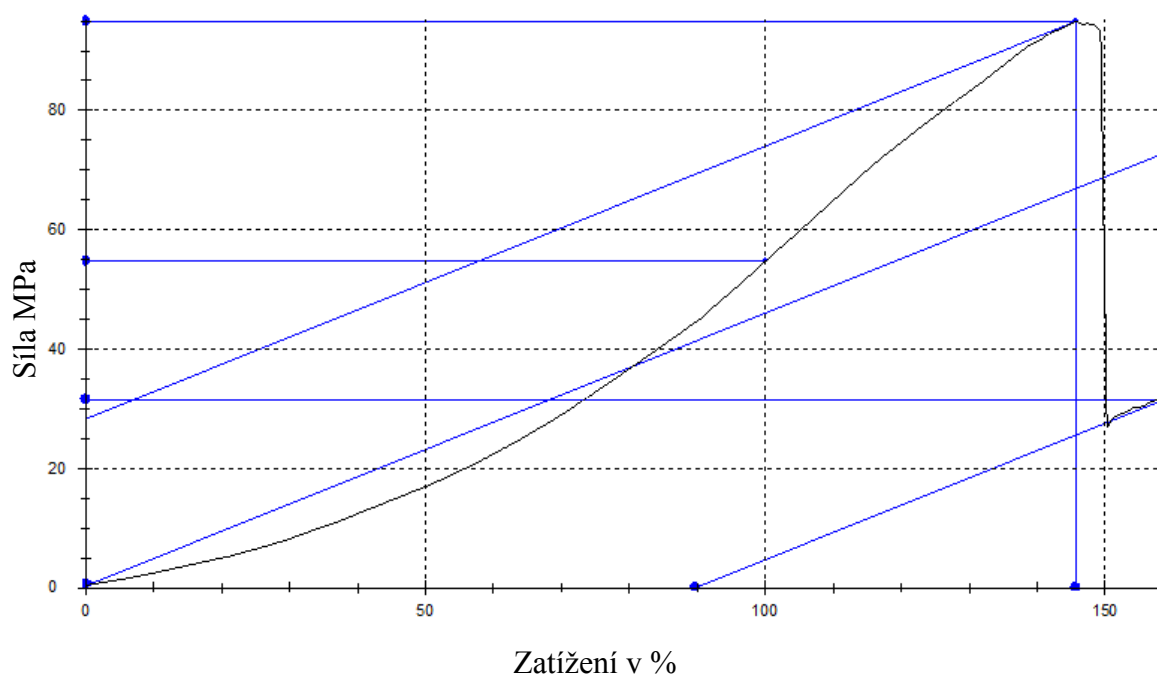
Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 2 (*Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 2*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napěťové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napěťové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napěťové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla  $F$  zatížení je 2420 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.





Graf 3. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 2

Průběh zaznamenaného měření v grafu č. 3 (Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 2) statické zkoušky v tahu třmenového systému visacích zámků je zaznamenáno klidné působení, rovnoměrné zatížení na zkušební těleso visacího zámku. Zatížení vyvolává stoupání jednoosého napětí, až do konečné fáze lomu vzorku statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů. Síla zatížení se zvětšuje pomalu, rovnoměrně a plynule od nuly, jak je vidět u grafu č. 3. Rychlost je menší, než je rychlost šíření plastické deformace ve zkušebním tělese do okamžiku jeho porušení, které je z grafu fázového diagramu patrné. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je 2420 N. Zatížení na ose  $x$  je u hodnoty 3,1  $\Delta L$  [mm]  $\epsilon$  [-]. U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  na hodnotě 2270 N třmenu visacího zámkového systému. Materiál při zatěžování klade odpor vyjádřený napětím [MPa]. Kvalita materiálu se posuzuje velikostí napětí ve zkoumaném vzorku a vyjadřuje jeho odpor proti deformaci.



Graf 4. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 2

V grafu č. 4 (Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 2) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku 2. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla zatížení na ose y je hodnota 95 a deformace nastane u hodnoty 85,2 [MPa] na ose y. U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose y u hodnoty 85,2 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose y je 3,1 [MPa]. Vrcholu síly na ose x dosáhlo zatížení u hodnoty 155,7 %. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose x u hodnoty 152,7 % jak je vidět na grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušebním tyčím kruhovitěho tvaru.



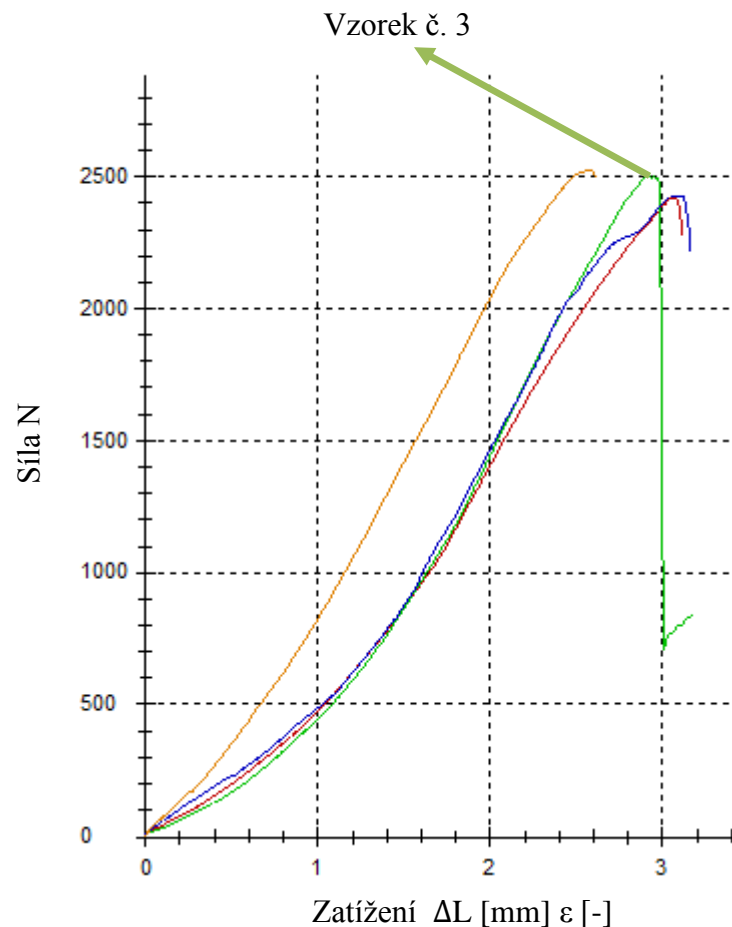
Obr. 23. Vzorek č. 3 po tahové zkoušce

Z dokumentace nafocených obrázků (archivace dat) visacích zámků na obrázku 23 (Vzorek č. 3 po tahové zkoušce) po mechanické tahové zkoušce rezistence je vidět zlom v nejužším místě třmenového systému visacího zámku, který slouží k uzamčení zámku klíčovým mechanismem. Je zde vidět vychýlení třmenového systému visacích zámkových systémů směrem ke slabší části uzamykacího systému, která se při tahové zkoušce zlomí.

Tabulka 3: Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 3

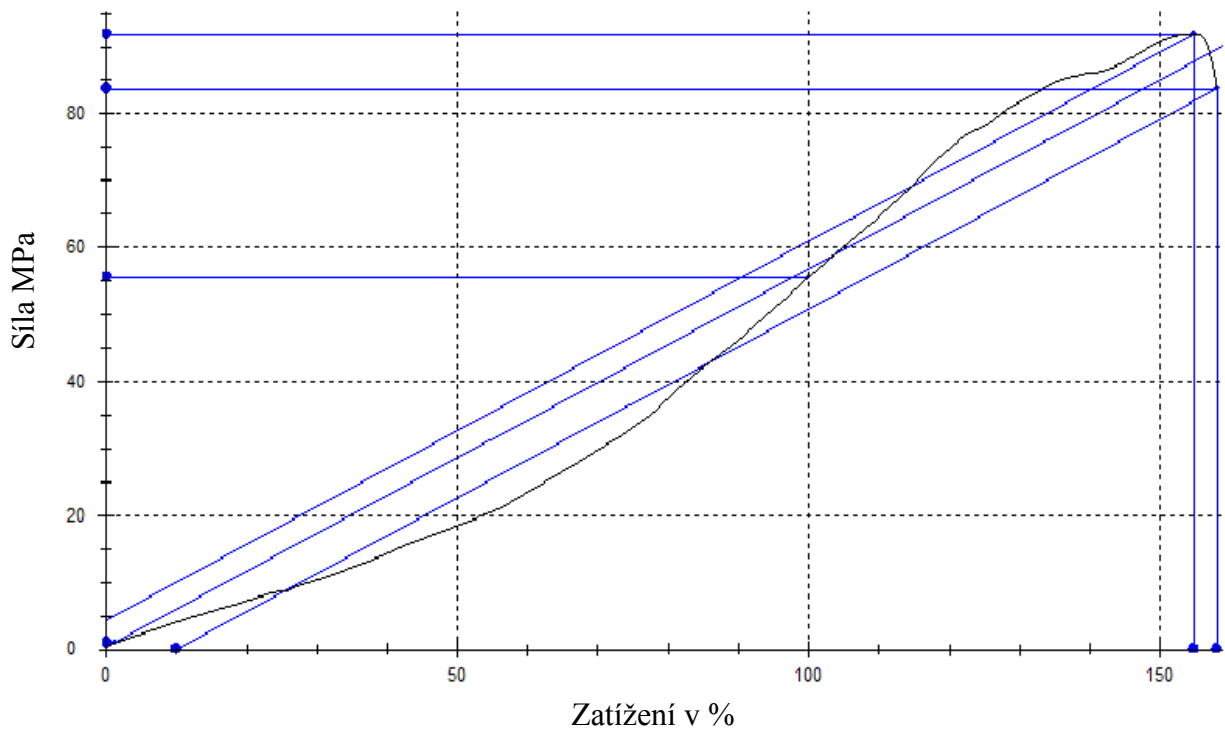
	Nr	3
$d_{\{lo\ 0\}}$	mm	5,8
$F\ (100\%)$	MPa	54,71
$E_{\{lo\ mod\}}$	MPa	45,8
F at 0.2% plastické	N	14,9
$F_{\{lo\ max\}}$	N	2510
$dL(plast.)$ a $F_{\{lo\ max\}}$	%	-61,3
$dL$ a $F_{\{lo\ max\}}$	%	145,6
Nominální zatížení $F_{\{lo\ max\}}$	mm	2,9
$F_{\{lo\ zlom\}}$	N	834
$dL$ (plastický) a zlom	%	90,3
$dL$ at zlom	%	158,6
Nominální zatížení zlomu	%	158,6
$W$ do $F_{\{lo\ max\}}$	Nmm	2926,11
$W$ do zlomu	Nmm	3271,72
$S_{\{lo\ 0\}}$	mm <sup>2</sup>	26,42

Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 3 (*Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 3*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napěťové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napěťové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napěťové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla F zatížení je 2510 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.



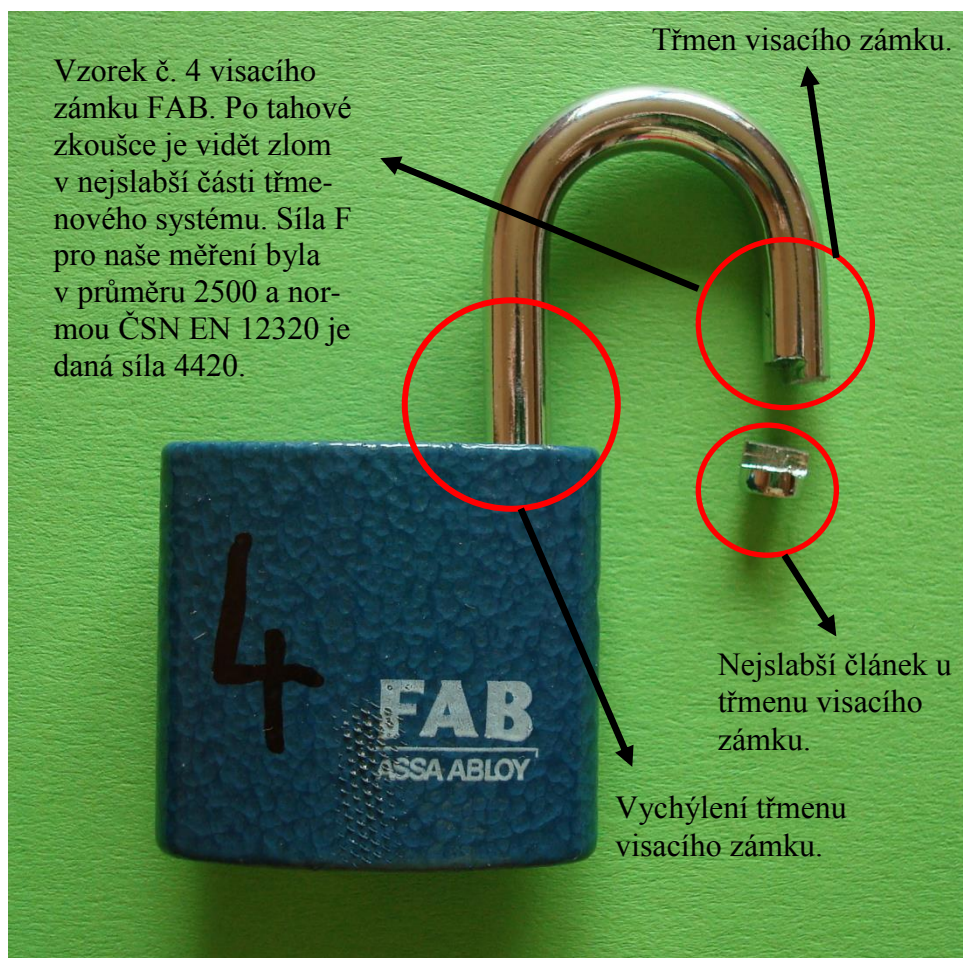
Graf 5. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 3

Průběh zaznamenaného měření v grafu č. 5 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 3*) statické zkoušky v tahu třmenového systému visacích zámků je zaznamenáno klidné působení, rovnoměrné zatížení na zkušební těleso visacího zámku. Zatížení vyvolává stoupání jednoosého napětí, až do konečné fáze lomu vzorku statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů. Síla zatížení se zvětšuje pomalu, rovnoměrně a plynule od nuly, jak je vidět u grafu č. 5. Rychlost je menší, než je rychlost šíření plastické deformace ve zkušebním tělese do okamžiku jeho porušení, které je z grafu fázového diagramu patrné. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je 2510 N. U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  na hodnotě 834 N třmenu visacího zámkového systému. Zatížení na ose  $x$  je 2,9  $\Delta L$  [mm]  $\varepsilon$  [-]. Materiál při zatěžování klade odpor vyjádřený napětím [MPa]. Kvalita materiálu se posuzuje velikostí napětí ve zkoumaném vzorku a vyjadřuje jeho odpor proti deformaci.



Graf 6. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 3

V grafu č. 6 (Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 3) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 3. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 93 [MPa], deformace nastane u hodnoty 84,1 [MPa] na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 834 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $y$  je 2,9 [MPa]. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo maximálního zatížení u hodnoty 155, 7 %. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 158, 6 % jak je vidět na grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušební tyčím kruhovitěho tvaru.



Obr. 24. Vzorek č. 4 po tahové zkoušce

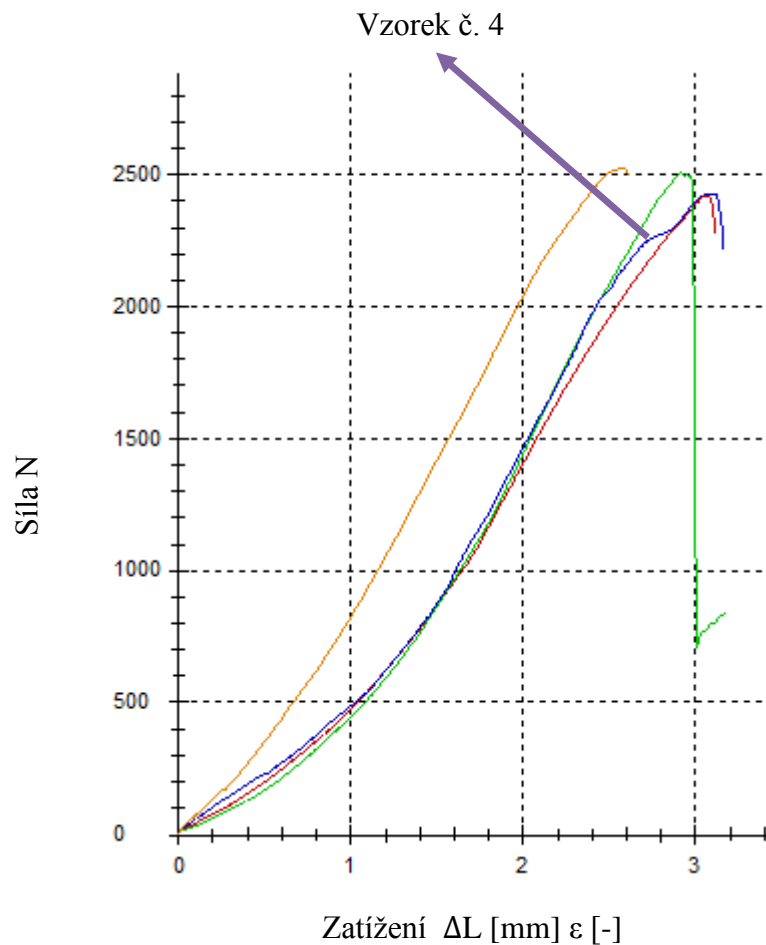
Z nafocených obrázků (archivace dat) visacích zámků na obrázku č. 24 (*Vzorek č. 4 po tahové zkoušce*) po mechanické tahové zkoušce rezistence je vidět zlom v nejužším místě třmenového systému visacího zámku, který slouží k uzamčení zámku klíčovým mechanismem. Na obrázku č. 24 po statické tahové zkoušce rezistence třmenového systému visacího zámku je zřejmé vychýlení třmenu směrem ke slabší části, která se při tahové zkoušce zlomí.

Tab. 4. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 4

	Nr	4
$d\{lo\ 0\}$	mm	5,8
$F\ (100\%)$	MPa	55,57
$E\{lo\ mod\}$	MPa	56,5
$F\ at\ 0.2\%\ plastické$	N	25,1
$F\{lo\ max\}$	N	2430
$dL(plast.)\ a\ F\{lo\ max\}$	%	-7,2
$dL\ a\ F\{lo\ max\}$	%	154,8
Nominální zatížení $F\{lo\ max\}$	mm	3,1
$F\{lo\ zlom\}$	N	2210
$dI\ (plastický)\ a\ zlom$	%	10,6
$dL\ at\ zlom$	%	158,1
Nominální zatížení zlomu	%	158,1
$W\ do\ F\{lo\ max\}$	Nmm	3399,77
$W\ do\ zlomu$	Nmm	3557,17
$S\{lo\ 0\}$	mm <sup>2</sup>	26,42

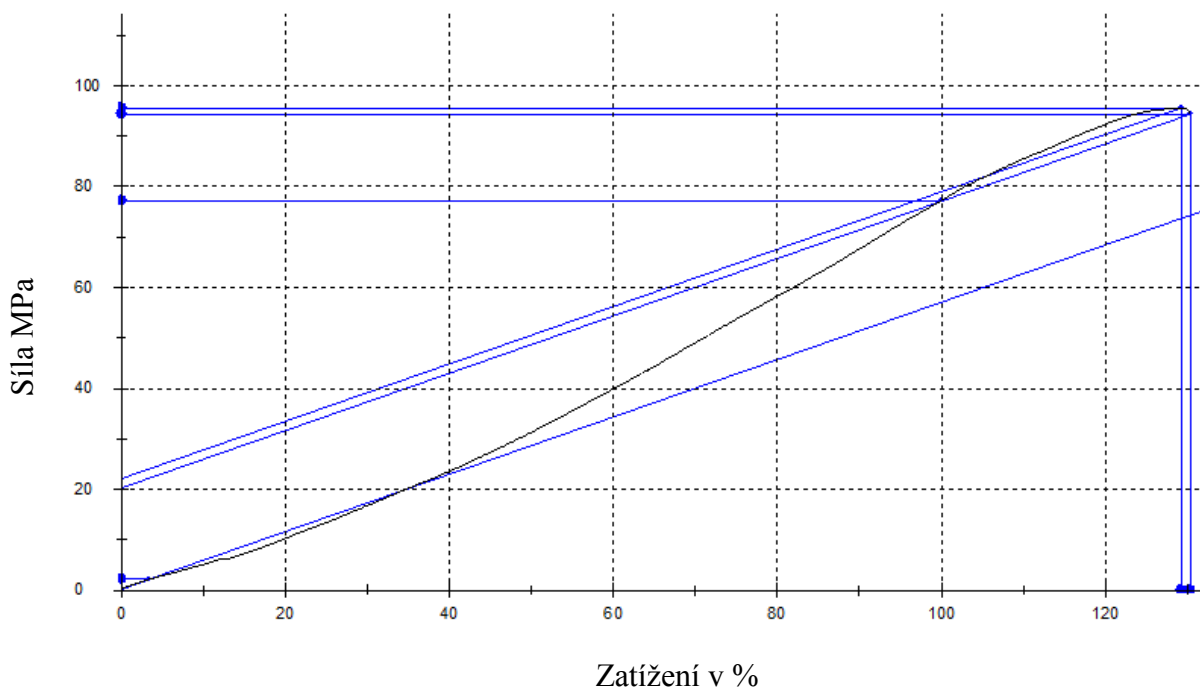
Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 4 (*Výsledky měření tahové zkoušky vzorku č. 4*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napěťové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napěťové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napěťové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla  $F$  zatížení je 2430 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.





Graf 7. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 4

Průběh zaznamenaného měření v grafu č. 7 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 4*) statické zkoušky v tahu třmenového systému visacích zámků je zaznamenáno klidné působení, rovnoměrné zatížení na zkušební těleso visacího zámku. Zatížení vyvolává stoupání jednoosého napětí, až do konečné fáze lomu vzorku statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů. Síla zatížení se zvětšuje pomalu, rovnoměrně a plynule od nuly, jak je vidět u grafu č. 7. Rychlost je menší, než je rychlost šíření plastické deformace ve zkušebním tělese do okamžiku jeho porušení, které je z grafu fázového diagramu patrné. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je 2430 N. U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 2210 N třmenu visacího zámkového systému, na ose  $x$  je zatížení 3,1  $\Delta L$  [mm]  $\epsilon$  [-]. Materiál při zatěžování klade odpor vyjádřený napětím [MPa]. Kvalita materiálu se posuzuje velikostí napětí ve zkoumaném vzorku a vyjadřuje jeho odpor proti deformaci.



Graf 8. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 4

V grafu č. 8 (*Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 4*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 4. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla zatížení na ose y je hodnota 95 [MPa], deformace nastane u hodnoty 94,1 [MPa] na ose y. U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) která nastala na ose y u hodnoty 834 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose y je 3,1 [MPa]. Vrcholu síly na ose x dosáhlo zatížení u hodnoty 154, 8. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose x u hodnoty 158, 1 % jak je patrné z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušební tyčím kruhovitěho tvaru.

Tab. 5. Výsledky statistiky měření tahové zkoušky vzorků č. 1 až č. 4

	n=50	{ol x}	s	var.koef
$d\{lo 0\}$	mm	5,8	0	0
F (100%)	MPa	60,22	11,41	18,95
$E\{lo mod\}$	MPa	55,1	6,58	11,95
F at 0.2% plastické	N	29	18,6	64,17
$F\{lo max\}$	N	2470	54,3	2,2
dL(plast.) a $F\{lo max\}$	%	-25,8	29,6	-
dL a $F\{lo max\}$	%	145,6	11,6	7,97
Nominální zatížení $F\{lo max\}$	mm	2,9	0,2	7,97
$F\{lo zlom\}$	N	1950	756	38,72
dI (plastický) a zlom	%	20,3	51,9	-
dL at zlom	%	150,7	13,6	9,05
Nominální zatížení zlomu	%	150,7	13,6	9,05
W do $F\{lo max\}$	Nmm	3165,94	193,56	6,11
W do zlomu	Nmm	3342,04	149,58	4,48
$S\{lo 0\}$	mm <sup>2</sup>	26,42	0	0

Výsledky statistického měření validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty v tabulce č. 5. (Výsledky statistiky měření tahové zkoušky vzorků č. 1 až č. 4) Tabulka ukazuje přehledný průměr měření, kde síla  $F_{max}$  byla v průměru  $F_{max}$  2470. Zjištěním validace rezistence mechanickou statickou tahovou zkouškou je, že rezistence visacích zámkových systémů neodpovídá stupni zabezpečení RC 1 a RC 2. Validace rezistence mechanické statické tahové zkoušky prokázala, že podle stupně zabezpečení visacím zámkovým systémem je nevyhovující. Podle průměru výsledku mechanické statické tahové zkoušky se láme už při zatížení F 2470 N, kde uvedené zatížení dle normy ČSN EN 12320 je maximální zatížení F 4420 N a tato nebyla překonána.

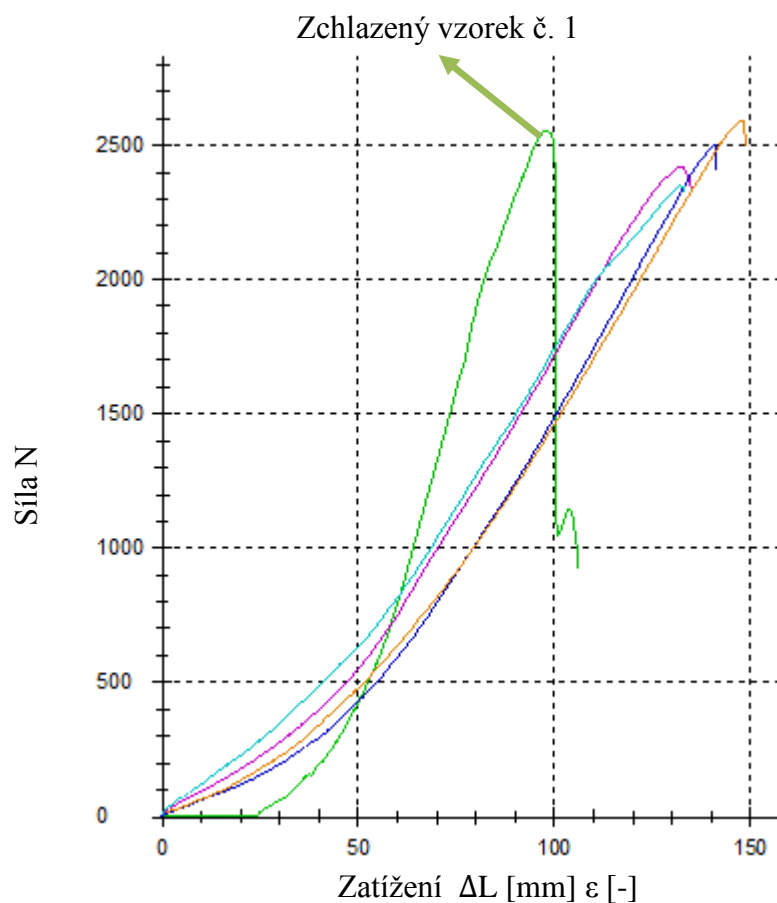
## 12 VÝSLEDKY VALIDACE REZISTENCE TŘMENOVÉHO SYSTÉMU ZCHLAZENÝCH VZORKŮ VISACÍCH ZÁMKŮ PO STATICKÉ TAHOVÉ ZKOUŠCE

Výsledkem statické tahové zkoušky odolnosti dle rezistentních tříd visacích zámků je destrukce třmenového systému visacích zámkových systémů. Přetržení materiálu dochází k zlomu v 92% v místě uzamykacího mechanického systému, který slouží k uzamykání zámku klíčovým mechanismem což je zapříčiněno překalením ocelového materiálu a jeho povrchovou úpravou. Zchlazené vzorky visacích zámkových systémů č. 1 až č. 5 jsou zde zahrnuty pro ukázkou vzhledem k množství naměřených vzorků. Vzorky visacích zámků za zchlazené teploty jsou odolnější ve statické zkoušce v tahu než vzorky za konstantní teploty. Jejich průběh ve zlomu je delší jak je vidět na grafu. Rezistence vynaložená u statické tahové zkoušky zchlazených vzorků odpovídá pouze statistickým informacím. Z hlediska normy a stupněm zabezpečení bezpečnostní třídy RC 1 a RC 2 usnadňuje volbu při výběru vhodných výrobků normou splňujících požadovanou úroveň zabezpečení majetku. Rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů u zchlazených vzorků prokázala, že mechanická statická tahová zkouška v rámci bezpečnostní třídy RC 1 a RC 2 jako nevhodující.

Tab. 6. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 1

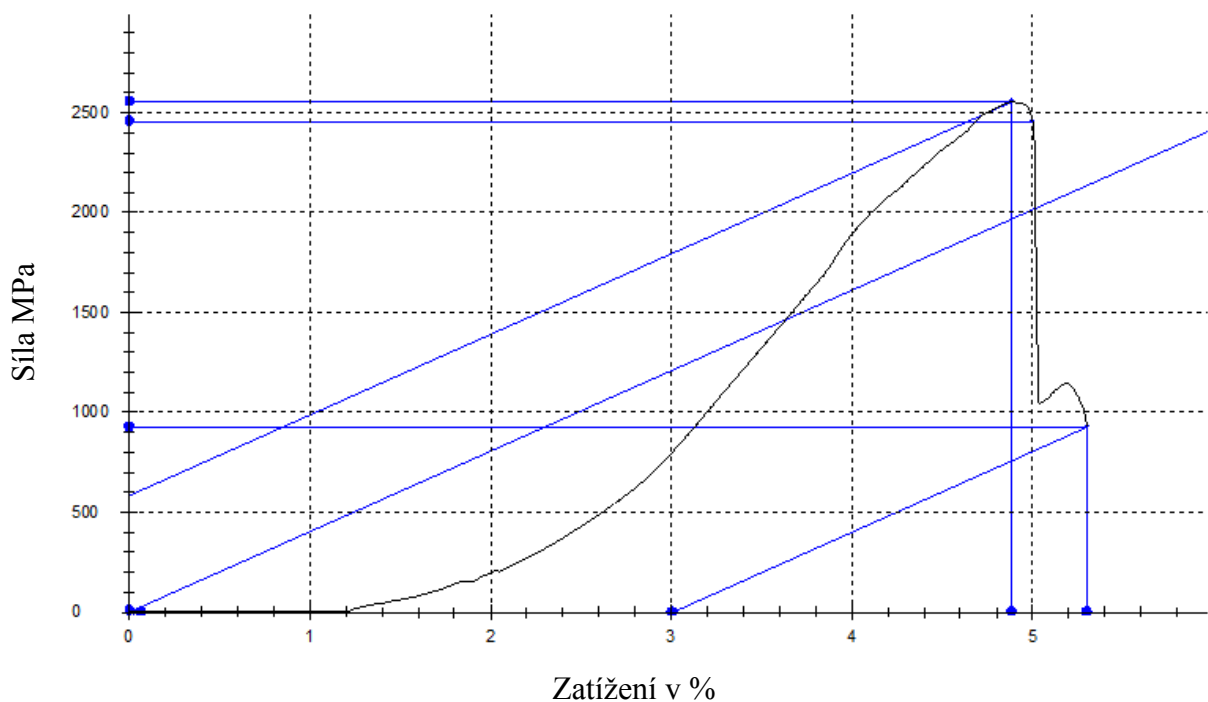
	Nr	1
$d_{lo 0}$	mm	0,11
F (100%)	MPa	60,39
$E_{lo mod}$	MPa	49,6
F at 0.2% plastické zatížení	N	5,42
$F_{lo max}$	N	2550
dL(plast.) po $F_{lo max}$	%	-29
dL po $F_{lo max}$	%	97,7
Nominalní zatížení u $F_{lo max}$	mm	4,9
$F_{lo zlomu}$	N	925
dI (plastic) u zlomu	%	60,2
dL u zlomu	%	106
Nominální zatížení zlomu	%	106
W do $F_{lo max}$	Nmm	3855,74
W do break	Nmm	4501,12
$S_{lo 0}$	mm <sup>2</sup>	40,66

Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 6 (*Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 1*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napěťové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napěťové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napěťové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla  $F$  zatížení je 2510 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.



Graf 9. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 1

Na obrázku fázového diagramu grafu č. 9 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 1*) je zaznamenán průběh statické tahové zkoušky validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů zchlazeného vzorku č. 1. Maximální síla  $F$  zatížení byla na ose  $y$  2550 N zatížení na ose  $x$  je 106  $\Delta L$  [mm]  $\varepsilon$  [-], jak je patrné z grafu křivky fázového diagramu. Fázový diagram naměřených hodnot statické tahové zkoušky je diagramem smluvních hodnot, protože veškeré výpočty se vztahují vždy k původnímu průřezu  $S_0$ . Pro každý testovaný vzorek za konstantní nebo zchlazené teploty je jiný fázový diagram.



Graf 10. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 1

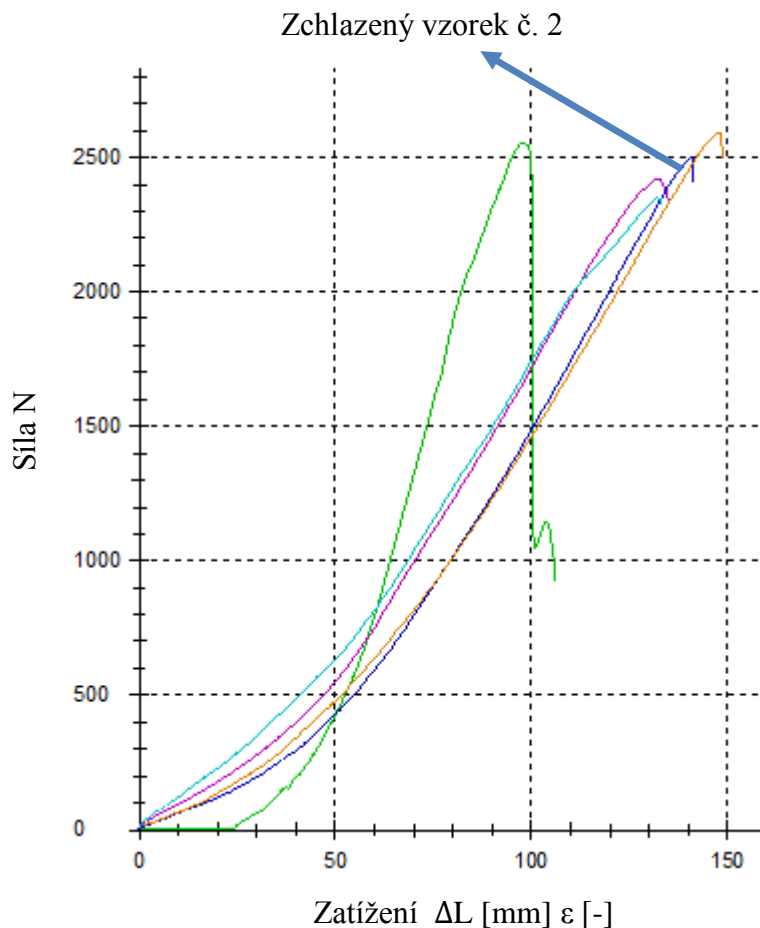
V grafu č. 10 (*Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 1*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 1. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 2510 [MPa] a deformace nastane u hodnoty 2450 [MPa] na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 834 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $y$  je 3,1 [MPa]. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo zatížení u hodnoty 4,92 %. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 5,42 % jak je vidět z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího

zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušebním tyčím téhož tvaru.

Tab. 7. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 2

	Nr	2
$d_{\{lo\ 0\}}$	mm	0,11
F (100%)	MPa	1488,74
$E_{\{lo\ mod\}}$	MPa	1040
F at 0.2% plastické zatížení	N	12,3
$F_{\{lo\ max\}}$	N	2500
$dL(plast.)$ po $F_{\{lo\ max\}}$	%	-99,2
$dL$ po $F_{\{lo\ max\}}$	%	141,1
Nominalní zatížení u $F_{\{lo\ max\}}$	mm	2,8
$F_{\{lo\ zlomu\}}$	N	2410
$dI$ (plastic) u zlomu	%	-89,9
$dL$ u zlomu	%	141,3
Nominální zatížení zlomu	%	141,3
W do $F_{\{lo\ max\}}$	Nmm	2759,85
W do break	Nmm	2768,46
$S_{\{lo\ 0\}}$	mm <sup>2</sup>	40,66

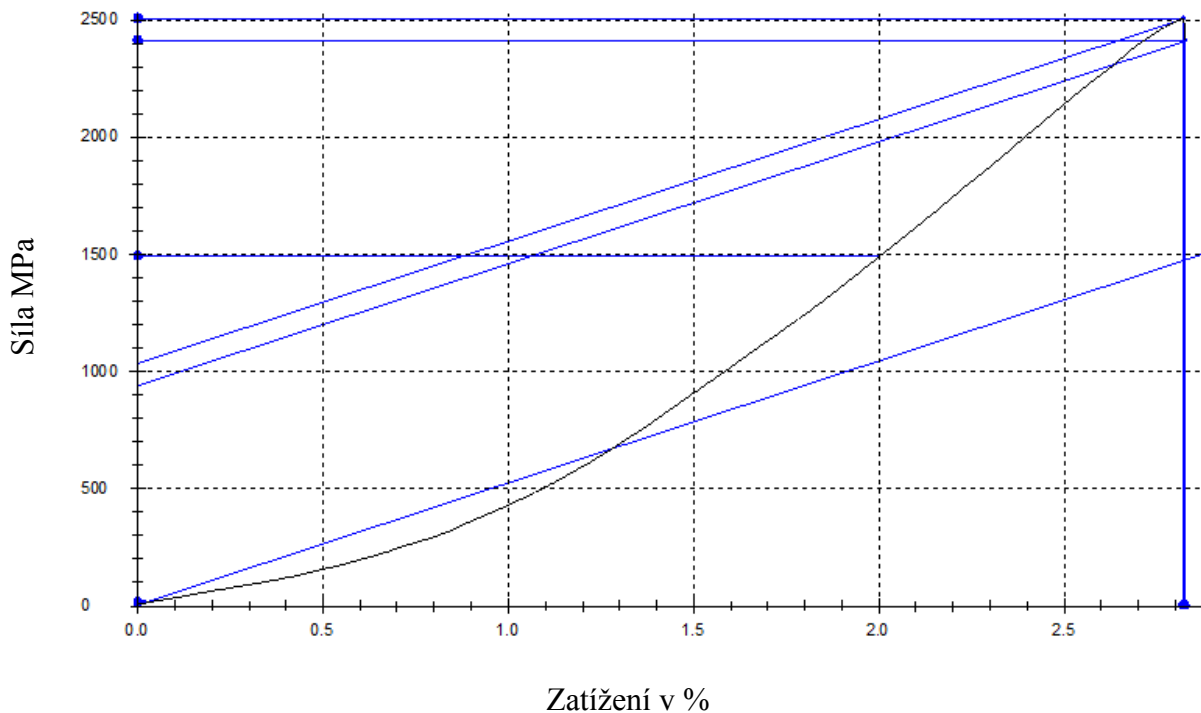
Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 7 (*Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 2*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napět'ové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napět'ové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napět'ové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla F zatížení je 2500 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.



Graf 11. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 2

Na obrázku fázového diagramu grafu č. 11 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 2*) je zaznamenán celý průběh statické tahové zkoušky validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů zchlazeného vzorku č. 2. Maximální síla  $F$  vzorku na ose  $y$  byla 2500 N a na ose  $x$  je hodnota deformace (zlom) vzorku 141,3  $\Delta L$  [mm]  $\varepsilon$  [-], jak je patrné z grafu křivky fázového diagramu. Fázový diagram naměřených hodnot statické tahové zkoušky je diagramem smluvních hodnot, protože veškeré výpočty se vztahují vždy k původnímu průřezu  $S_0$ .





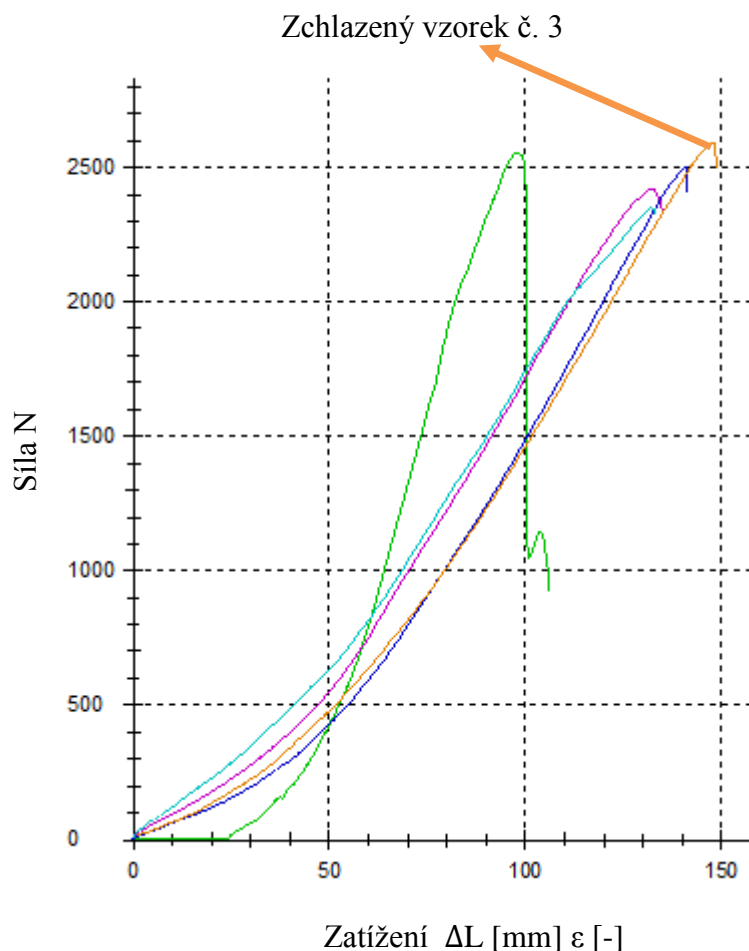
Graf 12. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 2

V grafu č. 12 (*Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 2*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 2. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 2500 MPa a deformace nastane u hodnoty 2410 MPa na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 834 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $y$  je 3,1 [MPa]. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo zatížení u hodnoty 4,92 %. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 5,42 % jak je vidět z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušebním tyčím kruhovitěho tvaru.

Tab. 8. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 3

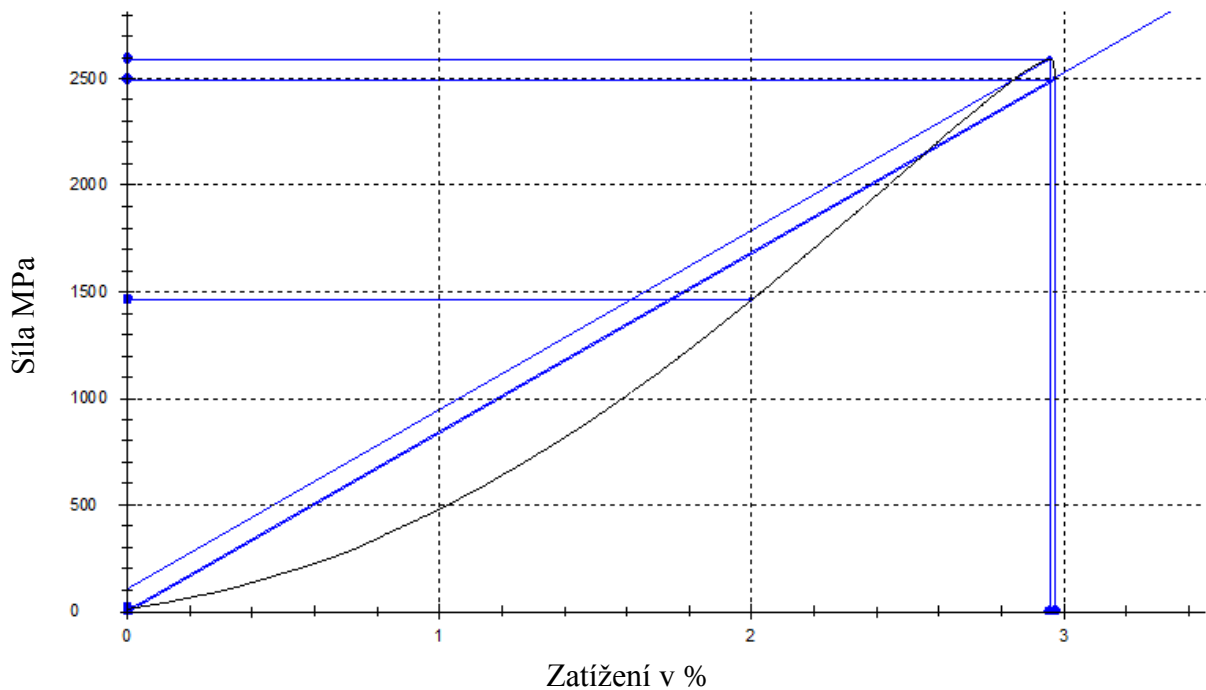
	Nr	3
$d\{lo\ 0\}$	mm	0,11
F (100%)	MPa	1462,69
$E\{lo\ mod\}$	MPa	1680
F at 0.2% plastické zatížení	N	16
$F\{lo\ max\}$	N	2590
$dL(plast.)\ po\ F\{lo\ max\}$	%	-5,9
$dL\ po\ F\{lo\ max\}$	%	147,8
Nominalní zatížení u $F\{lo\ max\}$	mm	3
$F\{lo\ zlomu\}$	N	2500
$dI\ (plastic)\ u\ zlomu$	%	0,5
$dL\ u\ zlomu$	%	148,7
Nominální zatížení zlomu	%	148,7
W do $F\{lo\ max\}$	Nmm	3095,66
W do break	Nmm	3138,9
$S\{lo\ 0\}$	mm <sup>2</sup>	40,66

Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 8 (*Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 3*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napěťové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napěťové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napěťové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla F zatížení je 2590 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.



Graf 13. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 3

Na obrázku fázového diagramu grafu č. 13 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 3*) je zaznamenán celý průběh statické tahové zkoušky validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů zchlazeného vzorku č. 3. Maximální síla  $F$  vzorku na ose  $y$  byla 2590 N a na ose  $x$  je hodnota zatížení deformace (zlom) vzorku 148,7  $\Delta L$  [mm]  $\varepsilon$  [-], jak je patrné z grafu křivky fázového diagramu. Fázový diagram naměřených hodnot statické tahové zkoušky je diagramem smluvních hodnot, protože veškeré výpočty se vztahují vždy k původnímu průřezu  $S_0$ . Pro každý testovaný vzorek za konstantní nebo zchlazené teploty je jiný fázový diagram.



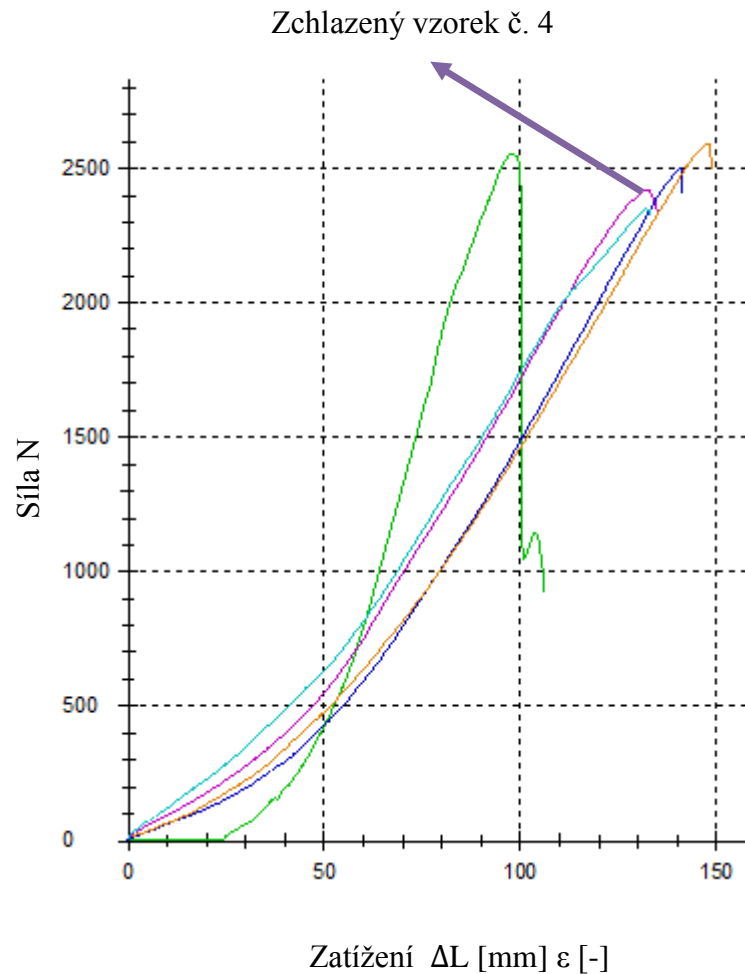
Graf 14. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 3

V grafu č. 14 (*Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 3*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 3. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 2590 N a deformace nastane u hodnoty 2500 N na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 148,7 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $y$  je 3 [MPa]. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo zatížení u hodnoty 2590 N. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 2,8 % jak je vidět z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušebním tyčím kruhovitěho tvaru.

Tab. 9. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 4

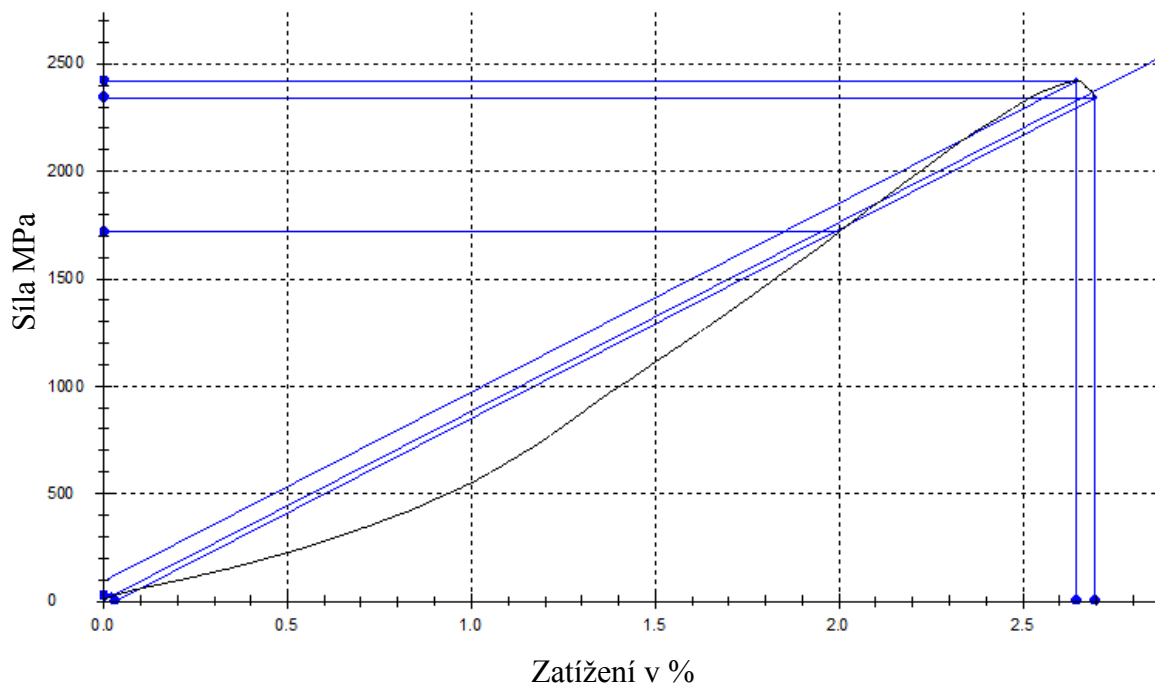
	Nr	4
$d\{lo\ 0\}$	mm	0,11
F (100%)	MPa	1716,9
$E\{lo\ mod\}$	MPa	1760
F at 0.2% plastické zatížení	N	22,3
$F\{lo\ max\}$	N	2420
$dL(plast.)\ po\ F\{lo\ max\}$	%	-5
$dL\ po\ F\{lo\ max\}$	%	132,3
Nominalní zatížení u $F\{lo\ max\}$	mm	2,6
$F\{lo\ zlomu\}$	N	2340
$dI\ (plastic)\ u\ zlomu$	%	2
$dL\ u\ zlomu$	%	134,8
Nominální zatížení zlomu	%	134,8
W do $F\{lo\ max\}$	Nmm	2725,21
W do break	Nmm	2845,71
$S\{lo\ 0\}$	mm <sup>2</sup>	40,66

Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 9 (*Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 4*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napět'ové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napět'ové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napět'ové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla F zatížení je 2420 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.



Graf 15. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 4

Na obrázku fázového diagramu grafu č. 15 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 4*) je zaznamenán celý průběh statické tahové zkoušky validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů zchlazeného vzorku č. 4. Maximální síla  $F$  vzorku byla na ose  $y$  2420 N a na ose  $x$  je hodnota zatížení deformace (zlom) vzorku 134,8  $\Delta L$  [mm]  $\varepsilon$  [-], jak je patrné z grafu křivky fázového diagramu. Fázový diagram naměřených hodnot statické tahové zkoušky je diagramem smluvních hodnot, protože veškeré výpočty se vztahují vždy k původnímu průřezu  $S_0$ .



Graf 16. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 4

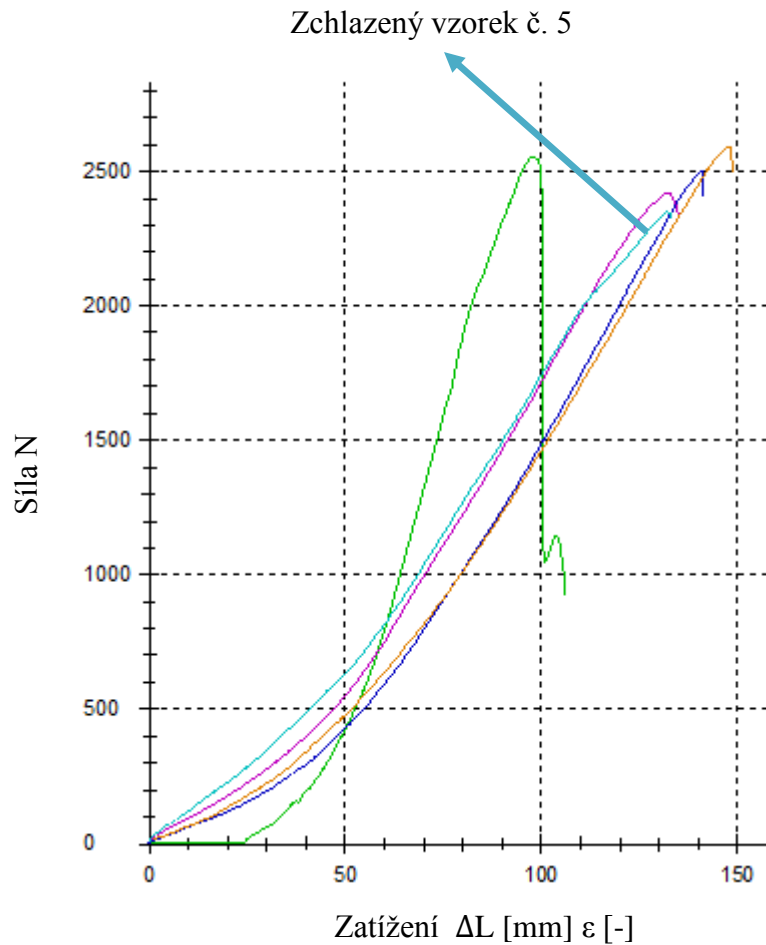
V grafu č. 16 (*Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 4*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 4. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 2420 [MPa] a deformace nastane u hodnoty 2340 [MPa] na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 148,7 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $x$  je 2,6 %. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo zatížení u hodnoty 2420. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 2,7 % jak je vidět z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušebním tyčím kruhovitěho tvaru.

Tab. 10. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 5

	Nr	5
$d\{lo\ 0\}$	mm	0,11
F (100%)	MPa	1746,9
$E\{lo\ mod\}$	MPa	1790
F at 0.2% plastické zatížení	N	39,7
$F\{lo\ max\}$	N	2350
dL(plast.) po F{lo max}	%	1,5
dL po F{lo max}	%	132,3
Nominalní zatížení u F{lo max}	mm	2,6
$F\{lo\ zlomu\}$	N	2320
dI (plastic) u zlomu	%	3,7
dL u zlomu	%	133
Nominální zatížení zlomu	%	133
W do F{lo max}	Nmm	2808,38
W do break	Nmm	2839,58
$S\{lo\ 0\}$	mm <sup>2</sup>	40,66

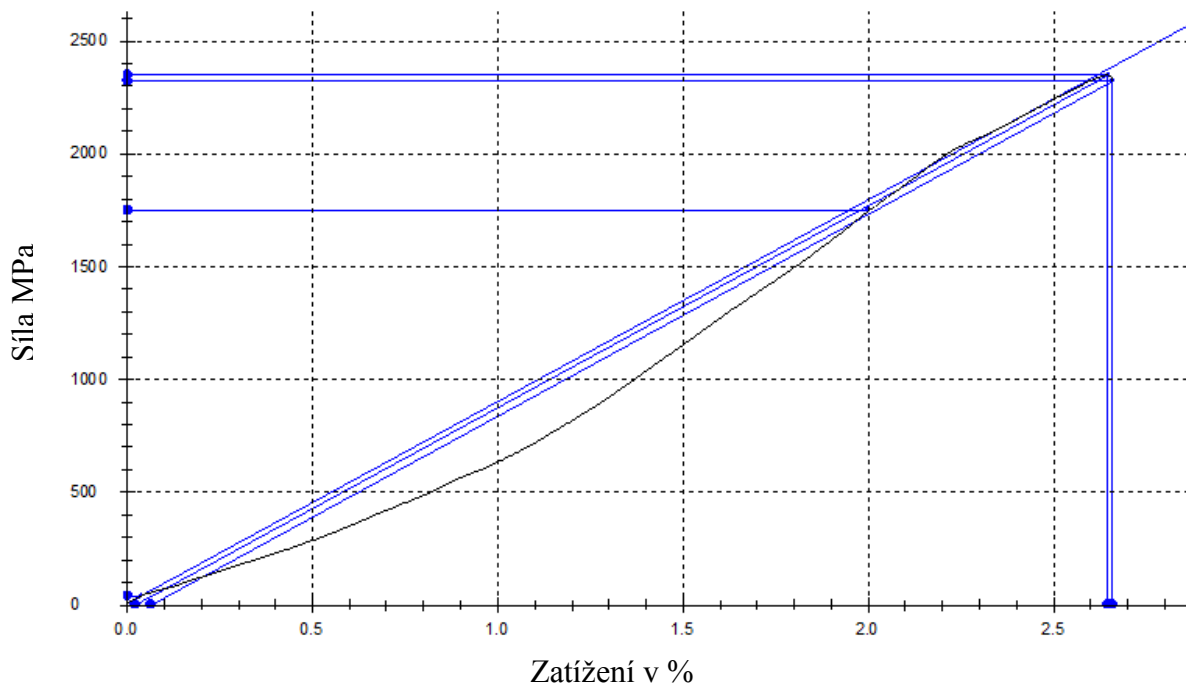
Vložení parametrů pomocí software a klávesnice byly do přístroje vloženy vstupní data. Jmenovitá rychlost posunu upínací horní hlavy po šroubovicích bočního panelu. V tabulce č. 10 (*Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 5*) je přehled výsledků měření statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů za konstantní teploty. Je zde zaznamenána mez pevnosti v tahu  $R_m$  ( $\sigma_p$ ) napět'ové charakteristiky, mez přetržení  $R_b$  ( $\sigma_s$ ) napět'ové charakteristiky, mez kluzu  $R_e$  ( $\sigma_K$ ) napět'ové charakteristiky, tažnost (A) deformační charakteristiky a kontrakce (poměrné zúžení) (Z) deformační charakteristiky. Maximální síla F zatížení je 2350 N. Získaná data měřením softwarem testXpert je důležité zpracovat v ucelený soubor informací popisující podstatu mechanické statické zkoušky v tahu. Při měření se mohou vyskytnout nepříznivé faktory, které působí na průběh zkoušky třmenového systému visacích zámků a mohou ovlivnit zkoumaný stav naměřených hodnot.





Graf 17. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 5

Na obrázku fázového diagramu grafu č. 17 (*Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 5*) je zaznamenán celý průběh statické tahové zkoušky validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů zchlazeného vzorku č. 5. Maximální síla  $F$  vzorku byla na ose  $y$  2350 N, jak je patrné z grafu křivky fázového diagramu. Osa  $x$  ukazuje celkový pokles deformace zlomu zatížení u hodnoty 133  $\Delta L$  [mm]  $\varepsilon$  [-]. Fázový diagram naměřených hodnot statické tahové zkoušky je diagramem smluvních hodnot, protože veškeré výpočty se vztahují vždy k původnímu průřezu  $S_0$ . Pro každý testovaný vzorek za konstantní nebo zchlazené teploty je jiný fázový diagram.



Graf 18. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 5

V grafu č. 18 (*Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 5*) je vidět průběh měření rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů vzorku č. 5. Od pomalého táhnutí, až k deformaci testovaného vzorku. Maximální síla  $F$  zatížení na ose  $y$  je hodnota 2350 [MPa] a deformace nastane u hodnoty 2320 [MPa] na ose  $y$ . U deformace roztržení (nastává trvalá plastická deformace) vzorku (zlom) u kterého nastala na ose  $y$  u hodnoty 132,3 [MPa]. Nominální síla zatížení na ose  $x$  je 2, %. Vrcholu síly na ose  $x$  dosáhlo zatížení u hodnoty 2350[MPa]. Celkový pokles deformace vzorku nastal na ose  $x$  u hodnoty 2,7 % jak je vidět z grafu. Další základní parametry tvoří průměr a délka třmene visacího zámku, které byly potřeba zadat, protože třmenový systém visacího zámku je kruhovitěho tvaru a je podobný zkušební tyčím kruhovitěho tvaru.

Tab. 11. Shrnutí validace rezistence tahové zkoušky zchlazených vzorků

	Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d{lo 0}	mm	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,01	1,01	1,01	1,01	0,11
F (100%)	MPa	60,39	1488,74	1462,69	1716,9	1746,9	2183,45	2156,22	2134,21	2122,43	17,31
E{lo mod}	MPa	49,6	1040	1680	1760	1790	1270	2220	2134	1280	137
F at 0.2% plast. zatížení	N	5,42	12,3	16	22,3	39,7	12,6	14,9	13,9	12,6	11
F{lo max}	N	2550	2500	2590	2420	2350	2560	2430	2530	2410	1060
dL(plast.) po F{lo max}	%	-29	-99,2	-5,9	-5	1,5	-103,7	-6,8	-101,4	-98,2	31,1
dL po F{lo max}	%	97,7	141,1	147,8	132,3	132,3	147,3	129,6	142,3	139,6	50,2
Nom. zatížení F{lo max}	mm	4,9	2,8	3	2,6	2,6	2,9	2,6	2,7	2,9	3,3
F{lo zlomu}	N	925	2410	2500	2340	2320	2270	2430	2460	2330	723
dl (plastic) u zlomu	%	60,2	-89,9	0,5	2	3,7	-67	-6,8	-64	2,1	29,5
dL u zlomu	%	106	141,3	148,7	134,8	133	154,9	129,6	146,3	132,8	97
Nom. zatížení zlomu	%	106	141,3	148,7	134,8	133	154,9	129,6	146,3	132,8	97
W do F{lo max}	Nmm	3855,74	2759,85	3095,66	2725,21	2808,38	3482,06	2640,9	3265,27	2714,18	1726,48
W do break	Nmm	4501,12	2768,46	3138,9	2845,71	2839,58	3856,29	2640,9	3483,08	2867,72	2123,35
S{lo 0}	mm <sup>2</sup>	40,66	40,66	40,66	40,66	40,66	0,8	0,8	0,8	0,8	40,66

V tabulce č. 11 (*Shrnutí validace rezistence tahové zkoušky zchlazených vzorků*) je přehlednou formou shrnutí naměřených hodnot z mechanické statické tahové zkoušky rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů.

Tab. 12. Výsledky statistiky měření tahové zkoušky vzorků č. 1 až č. 5

	n = 2	{ol x}	s	{ny}
d{lo 0}	mm	1,01	0	0
F (100%)	MPa	2169,83	19,25	0,89
E{lo mod}	MPa	1750	672	38,46
F at 0.2% plastic strain	N	19,1	13	67,95
F{lo max}	N	2500	92,8	3,71
dL(plast.) po F{lo max}	%	-55,3	68,5	-124,03
dL po F{lo max}	%	138,5	12,6	9,09
Nominální zatížení u F{lo max}	mm	2,8	0,3	9,09
F{lo zlom}	N	2350	117	4,99
dl (plastický) u zlomu	%	-36,9	42,6	-115,39
dL u zlomu	%	142,2	17,9	12,59
Nominální zatížení zlomu	%	142,2	17,9	12,59
W do F{lo max}	Nmm	3061,48	594,79	19,43
W do break	Nmm	3248,59	859,41	26,45
S{lo 0}	mm <sup>2</sup>	0,8	0	0

V tabulce č. 12 (*Výsledky statistiky měření tahové zkoušky vzorků č. 1 až č. 5*) je přehled výsledků statistického měření validace rezistence třmenového systému visacích zámkových

vých systémů za zchlazené teploty v tabulce u vzorků č. 1 až 5. Odolnost v tahové statické zkoušce u zchlazených vzorků je větší než u konstantních vzorků v laboratorním prostředí. Zjištěním validace rezistence mechanickou statickou tahovou zkouškou zchlazených vzorků je, že rezistence visacích zámkových systémů neodpovídá stupni zabezpečení RC 1 a RC 2. Validace rezistence mechanické statické tahové zkoušky zchlazených vzorků prokázala, že podle stupně zabezpečení visacím zámkovým systémem je nevyhovující. Podle průměru výsledku mechanické statické tahové zkoušky se láme už při zatížení  $F_{\max}$  2500 N.

### 13 CÍLE MĚŘENÍ MECHANICKÉ STATICKÉ ZKOUŠKY V TAHU

Cílem diplomové práce bylo provedení tahové zkoušky třmenového systému visacích zámkových systémů z čistě statistického a informativního hlediska validace rezistence. Byly vybrány dva druhy visacích zámků od jednoho výrobce. Při rovnoměrném a pozvolném zatěžování třmenu visacího zámku došlo ke vzniku lomu působením vnějších sil v nejslabší části třmenu visacího zámku, která slouží k zamykání klíčovým mechanismem. Ze statistického hlediska bylo zjištěno, že vlastnost materiálu validace rezistence třmenového systému není shodná se stupněm zabezpečení bezpečnostní třídy RC 1, RC 2. Uspodňuje volbu při výběru vhodných výrobků podle normy splňujících požadovanou úroveň zabezpečení majetku. Podle validace rezistence mechanickou statickou tahovou zkouškou třmenového systému visacích zámkových systémů bylo zjištěno jako nevyhovující.

- Odolnost třmenu a oka petlice proti přestřižení ČSN EN 12320 čl. 4.3.7.
- Odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti nárazu při nízké teplotě ČSN EN 12320 čl. 4.3.8.
- Odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti řezání ČSN EN 12320 čl. 4.3.10.

## ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce jsem věnovala pozornost mechanickým zábranným systémům, dle zadání práce, zejména visacím zámkům. Přehlednou formou jsem věnovala pozornost technickým normám a jejich zařazení do bezpečnostní třídy a třídy odolnosti zabezpečení. Přehledné seznámení s mechanickou statickou zkouškou v tahu materiálového měření, za zchlazených podmínek a konstantních teplotních podmínek v laboratorním prostředí. Dále jsou zde uvedeny naměřené výsledky mechanické statické tahové zkoušky formou grafů a tabulek včetně jejich zpracování a vyhodnocení ve statistickém přehledu naměřených hodnot.

Zjištění mechanické vlastnosti deformačního chování materiálu za podmínek působení vnějších sil při různém zatížení. Některé mechanické vlastnosti materiálů vyjadřují jeho odpor proti deformaci např. (mez kluzu, mez tečení, tvrdost, kontrakce, tažnost,...). Cíl diplomové práce bylo využití servohydraulického zkušebního přístroje ZWICK 1456 pro měření mechanické statické zkoušky v tahu rezistence třmenového systému visacích zámků. Z hlediska použitého materiálu, jeho pevnosti a konstrukčního provedení se jedná o přesné, velmi efektivního rychlého způsobu měření.

Statická mechanická zkouška v tahu prokázala, že rezistence třmenu visacích zámkových systémů vynaložená u tahové zkoušky, která odpovídá pouze statistickým informacím, ale neodpovídá bezpečnostní třídě RC 1 a RC 2. Zjištěním rezistence statické tahové zkoušky třmenového systému visacích zámkových systémů je nevyhovující, láme se už při zatížení v průměru 2500 N. Tato norma a stupeň zabezpečení bezpečnostní třídy RC 1 a RC 2 usnadňuje volbu při výběru vhodných výrobků normou splňujících požadovanou úroveň zabezpečení majetku.

V diplomové práci praktické části je přehlednou formou popsán průběh měření testovaných vzorků třmenového systému visacích zámkových systémů na přístroji ZWICK 1456. Maximální síla  $F$  zatížení až do fáze deformace (zlomu) vzorku třmenového systému visacích zámkových systémů, naměřených hodnot tahové statické zkoušky. Měření proběhlo za konstantní a zchlazené teploty visacích zámků v laboratorním prostředí. Shrnutí měřených výsledku bylo přehlednou formou do tabulek, grafů a popis měření zaznamenaných a ve statistickém přehledu tahové zkoušky visacích zámkových systémů.

Pachatelé trestné činnosti využívají pro zchlazení tekutého dusíku, který není doposud zohledněný v žádné technické normě pro zařazení do zkušebního nářadí. Podchlazení materi-

álu dusíkem na velmi nízkou teplotu určeného k destrukci může vézt k výrazné změně v jejich materiálové pevnosti a odolnosti.

Uvedení nových vývojových trendů v dané oblasti visacích zámků. Zabezpečení bezpečnosti majetku a jeho ochrana před nežádoucím vniknutím. A zaměření se vyvíjejí v elektronickém zabezpečení. Zámkové systémy jsou na vysoké úrovni zabezpečení. Používání mikročipových řídicích jednotek v cylindrických vložkách je už dneska zcela běžné. Například elektromotorické cylindrické vložky nebo cylindrické knoflíkové vložky s elektrickým pohonem. Mechanické uzamykací systémy tak mohou být rozšířené o elektronicky řízené odemykání a zamykání, které je nezávislé na kování a zámku přes čipové vstupy a výstupy do objektu. Tyto systémy už pouhým vniknutím cizího tělesa do cylindru zámku vyhlásí poplach v zabezpečeném objektu. U těchto systémů můžeme nastavit přepínání mezi denním a nočním provozem integrovaným knoflíkem. Centrálně řízeným odemykáním a zamykáním pomocí časového spínače a následnou kontrolu osob při vstupu nebo výstupu do objektu. Vývoj inteligentního zabezpečení budov, majetku a objektů předešel dnešní dobu a je na vysoké úrovni.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] IVANKA, Ján. *Mechanické zábranné systémy*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.
- [2] PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu I*. Brno: CERM, 2001, 505 s. ISBN 80-720-4193-2.
- [3] BŮBL, Michael. *Tajemství zámečnictví*. Rakousko: Vlastní náklad, 2007. ISBN 978-3-95022-13-2-9.
- [4] *Technické- normy-csn.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Česká technická norma ČSN EN 12 320. Dostupné z WWW: [http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled\\_normy.php?norma=165123-csn-en-12320&kat=92915](http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=165123-csn-en-12320&kat=92915)
- [5] *Slideplayer.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. ČSN EN 10 002-1 (42 0310). Dostupné z WWW: <http://slideplayer.cz/slide/2590336/>
- [6] *Cws-anb.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. ČSN EN ISO 6892-1 a 2. Dostupné z WWW: <http://www.cws-anb.cz/t.py?t=2&i=456>
- [7] *Normservis.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-02]. EN 10002-2:1991. Dostupné z WWW:  
[http://www.normservis.cz/download/view/csn/30/65912/65912\\_nahled.htm](http://www.normservis.cz/download/view/csn/30/65912/65912_nahled.htm)
- [8] *Shop.normy.biz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. ČSN EN ISO 376 (420358). Dostupné z WWW: <http://shop.normy.biz/detail/89277>
- [9] *Import.technickenormy.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. ČSN EN ISO 9513:1999. Dostupné z WWW:  
[http://import.technickenormy.cz/nahledy/70422\\_nahled.htm](http://import.technickenormy.cz/nahledy/70422_nahled.htm)
- [10] *Bezpecnostni-dvere-mrize-kavan.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-26]. Bezpečnostní třídy RC. Dostupné z WWW: [http://www.bezpecnostni-dvere-mrize-kavan.cz/wp-content/uploads/secmag\\_1-2013aga-WEB.pdf](http://www.bezpecnostni-dvere-mrize-kavan.cz/wp-content/uploads/secmag_1-2013aga-WEB.pdf)
- [11] *Adsecurity.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-26]. Šest stupňů zabezpečení dle normy EN 1627. Dostupné z WWW:  
[http://www.adsecurity.cz/katalog/index.php?static\\_TB=2](http://www.adsecurity.cz/katalog/index.php?static_TB=2)
- [12] *Lovecpokladu.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Visací zámek Řím 3 století n. l. Dostupné z WWW: <http://www.lovecpokladu.cz/home/strucna-historie-visacich-zamku-2530>



- [13] *Jiridvorsky.webnode.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Zamykáč a klíčový systém mechanismu u visacího zámku FAB. Dostupné z WWW: <http://jiridvorsky.webnode.cz/digitalni-malba/#fab-visaci-zamek-copy-jpg>
- [14] *Fyzweb.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Náčrty systému visacího zámku. Dostupné z WWW: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=93>
- [15] *4lock.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Zámkový systém se svorníkem. Dostupné z WWW: <http://4lock.cz/abus-723-80-visaci-zamek-monoblock->
- [16] *Panty-zamky-kovani.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Zámkový systém se třmenem. Dostupné z WWW: <http://panty-zamky-kovani.cz/zamky-vlozky-a-klice/visaci-zamky-fab-tokoz/>
- [17] *Klicevodnany.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Ukázka planžet pro nedestruktivní metodu. Dostupné z WWW: <http://www.klicevodnany.cz/produkt/dino-blue-souprava-planzet-14ks/>
- [18] *Driftercz.mtasa.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Fázový diagram tahové zkoušky. Popis fázového diagramu tahové zkoušky. Dostupné z WWW: <http://www.driftercz.mtasa.cz/pico/souhrn.html>
- [19] *Assaabloj.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Zkušební vzorek - visací zámek FAB 30H/38. Dostupné z WWW: <http://www.assaabloj.cz/cs/local/cz/Produkty1/Visaci-a-lankove-zamky/Visaci-a-lankove-zamky/?groupId=296&productId=451>
- [20] *Assaabloj.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Náčrty visacího zámku FAB 30H/38. Dostupné z WWW: <http://www.assaabloj.cz/cs/local/cz/Produkty1/Visaci-a-lankove-zamky/Visaci-a-lankove-zamky/?groupId=296&productId=450>
- [21] *Assaabloj.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-01]. Zkušební vzorek - visací zámek FAB 30H/45. Dostupné z WWW: <http://www.assaabloj.cz/cs/local/cz/Produkty1/Visaci-a-lankove-zamky/Visaci-a-lankove-zamky/?groupId=296&productId=450>
- [22] *Assaabloj.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-26]. Náčrty visacího zámku FAB 30H/45. Dostupné z WWW: <http://www.assaabloj.cz/cs/local/cz/Produkty1/Visaci-a-lankove-zamky/Visaci-a-lankove-zamky/?groupId=296&productId=450>

- [23] *Zwick.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-13]. TestXpert II software firmy ZWICK. Dostupné z WWW: <http://www.zwick.cz/cs/produkty/testxpert-ii-intelligentni-a-spolehlivy-zkusebni-software.html>
- [24] *Pressebox.de* [online]. 2015 [cit. 2015-05-13]. Ukázka rozhraní software testXpert II. Dostupné z WWW: <http://www.pressebox.de/attachments/details/138951>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MZS	Mechanické zábranné systémy
ČSN	Česká technická norma
RC	Resistence class
BT	Bezpečnostní třída
EN	Evropská norma
CEN	Národní normalizační organizace
ISO	Celosvětová standardizační organizace
MPa	Megapascal
N	Newton
°C	Stupně Celsia
F [N]	Síla
$F_{\max}$	Únosnost
E [MPa]	Youngův modul
kN	Značka pro jednotku síly
$L_0$ [mm]	Počáteční délka
R	Jmenovité napětí v tahu pro kovy
R <sub>m</sub>	Mez pevnosti v tahu
R <sub>b</sub>	Mez přetržení
R <sub>e</sub>	Mez kluzu
A	Tažnost
Z	Kontrakce
S [mm <sup>2</sup> ]	Průřez po prodloužení
S <sub>0</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Počáteční průřez
$\Delta L$ [mm <sup>2</sup> ]	Prosté prodloužení

mm	milimetr
%	procenta
$\sigma$	normálové napětí
$R_{p0,2}$	trvalá deformace

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Bezpečnostní třídy RC.....	11
Obr. 2. Šest stupňů zabezpečení dle normy EN 1627[11].....	12
Obr. 3. Visací zámek Řím 3 století n. l.[12].....	13
Obr. 4. Zamykací a klíčový systém mechanismu u visacího zámku FAB[13].....	14
Obr. 5. Nákres systému visacího zámku[14].....	14
Obr. 6. Zámkový systém se svorníkem[15].....	15
Obr. 7. Zámkový systém se třmenem[16].....	15
Obr. 8. Souprava planžet pro nedestruktivní metodu[17].....	17
Obr. 9. Fázový diagram tahové zkoušky[18].....	24
Obr. 10. Popis fázového diagramu tahové zkoušky[18].....	25
Obr. 11. Zkušební vzorek - visací zámek FAB 30H/38[19].....	29
Obr. 12. Klíč k visacímu zámku FAB 30H/38.....	30
Obr. 13. Nákres visacího zámku FAB 30H/38[20].....	31
Obr. 14. Zkušební vzorek – visací zámek FAB 30H/45[21].....	32
Obr. 15. Klíč k visacímu zámku FAB 30H/45.....	33
Obr. 16. Nákres visacího zámku FAB 30H/45[22].....	34
Obr. 17. Zkušební systém ZWICK 1456[23].....	36
Obr. 18. Ukázka software testXpert II. [24].....	37
Obr. 19. Upevnění visacího zámku v čelistech trhacího stroje ZWICK 1456.....	40
Obr. 20. Vzorek č. 1 po tahové zkoušce.....	41
Obr. 21. Domek visacího zámku vzorku č. 1.....	42
Obr. 22. Vzorek č. 2 po tahové zkoušce.....	46
Obr. 23. Vzorek č. 3 po tahové zkoušce.....	50
Obr. 24. Vzorek č. 4 po tahové zkoušce.....	54

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku číslo 1 .....	43
Tab. 2. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku číslo 2 .....	47
Tab. 3. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku číslo 3 .....	51
Tab. 4. Výsledky měření tahové zkoušky vzorku číslo 4 .....	55
Tab. 5. Výsledky statistiky měření tahové zkoušky vzorků č. 1 až č. 4 .....	58
Tab. 6. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 1 .....	59
Tab. 7. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 2 .....	62
Tab. 8. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 3 .....	65
Tab. 9. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 4 .....	68
Tab. 10. Výsledky měření tahové zkoušky zchlazeného vzorku č. 5 .....	71
Tab. 11. Shrnutí validace rezistence tahové zkoušky zchlazených vzorků .....	74
Tab. 12. Výsledky statistiky měření tahové zkoušky vzorků č. 1 až č. 4 .....	74

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 1 .....	44
Graf 2. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 1 .....	45
Graf 3. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 2 .....	48
Graf 4. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č.2 .....	49
Graf 5. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 3 .....	52
Graf 6. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 3 .....	53
Graf 7. Fázový diagram naměřeného vzorku při konstantní teplotě č. 4 .....	56
Graf 8. Graf naměřených hodnot vzorku při konstantní teplotě č. 4 .....	57
Graf 9. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 1 .....	60
Graf 10. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 1 .....	61
Graf 11. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 2 .....	63
Graf 12. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 2 .....	64
Graf 13. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 3 .....	66
Graf 14. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 3 .....	67
Graf 15. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 4 .....	69
Graf 16. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 4 .....	70
Graf 17. Fázový diagram naměřeného vzorku při nízké teplotě č. 5 .....	72
Graf 18. Graf naměřených hodnot vzorku při nízké teplotě č. 5 .....	73

## SEZNAM PŘÍLOH

P I Tab. 13. Shrnutí naměřených vzorků za konstantní teploty v laboratorním prostředí.



## PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY

Tab. 13. Shrnutí naměřených vzorků za konstantní teploty v laboratorním prostředí

	d {lo 0}	F 100%	E {lo mod}	F 0.2% plast. zatížení	F {lo max}	dL (plast.) F {lo max}	dL F {lo max}	Nomin. zatížení F {lo max}	F {lo max}	dl (plast.) zlom	dL zlom	Nomin. zatížení zlomu	W do F {lo max}	W do zlomu	S {lo 0}
	mm	MPa	MPa	N	N	%	%	mm	N	%	%	%	Nmm	Nmm	mm <sup>2</sup>
1	5,8	77,28	56,9	56,1	2530	-38,5	129,2	2,6	2490	-35,2	130,3	130,3	3159,58	3217,63	26,42
2	5,8	53,32	61,2	19,7	2420	3,5	152,7	3,1	2270	15,7	155,7	155,7	3178,29	3321,62	26,42
3	5,8	54,71	45,8	14,9	2510	-61,3	145,6	2,9	834	90,3	158,6	158,6	2926,11	3271,72	26,42
4	5,8	55,57	56,5	25,1	2430	-7,2	154,8	3,1	2210	10,6	158,1	158,1	3399,77	3557,17	26,42
5	5,8	73,22	52,3	18,6	2520	-32,4	147,8	2,8	964	65,8	108	108	3039,34	3121,23	26,42
6	5,8	54,34	44,8	24,3	2410	3,4	150,5	3,1	2268	18,9	154,8	154,8	3102,56	3243,34	26,42
7	5,8	78,56	57,7	57,8	2540	-39,6	131,3	2,7	2496	-64,2	134,6	134,6	3265,48	3378,35	26,42
8	5,8	57,78	48,9	26,9	2450	-9,8	156,9	3,2	2245	13,5	162,3	162,3	3243,42	3325,16	26,42
9	5,8	55,57	56,5	25,1	2430	-7,2	154,8	3,1	2210	10,6	158,1	158,1	3399,77	3557,17	26,42
10	5,8	77,28	56,9	56,1	2530	-38,5	129,2	2,6	2490	-35,2	130,3	130,3	3159,58	3217,63	26,42
11	5,8	54,71	45,8	14,9	2510	-61,3	145,6	2,9	834	90,3	158,6	158,6	2926,11	3271,72	26,42
12	5,8	53,32	61,2	19,7	2420	3,5	152,7	3,1	2270	15,7	155,7	155,7	3178,29	3321,62	26,42
13	5,8	57,78	48,9	26,9	2450	-9,8	156,9	3,1	2245	13,5	162,3	162,3	3243,42	3325,16	26,42
14	5,8	73,22	52,3	18,6	2520	-32,4	147,8	2,8	964	65,8	108	108	3039,34	3121,23	26,42
15	5,8	78,35	57,8	45,7	2560	-103,7	147,3	2,9	2270	-67	154,9	154,9	3482,06	3856,29	26,42
16	5,8	55,57	56,5	25,1	2430	-7,2	154,8	3,1	2210	10,6	158,1	158,1	3399,77	3557,17	26,42
17	5,8	58,55	56,7	45,6	2470	-16,2	159,8	3,4	2254	14,2	158,3	158,3	3221,12	3334,15	26,42
18	5,8	54,71	45,8	14,9	2510	-61,3	145,6	2,9	834	90,3	158,6	158,6	2926,11	3271,72	26,42
19	5,8	52,21	51,4	13,8	2350	1,5	132,3	2,5	2320	16,4	133,8	133,8	2808,38	2839,58	26,42
20	5,8	59,56	49,7	42,6	2480	-21,3	161,2	2,3	2253	15,3	154,8	154,8	3231,21	3348,18	26,42
21	5,8	78,56	57,7	57,8	2540	-39,6	131,3	3,3	2496	-64,2	134,6	134,6	3265,48	3378,35	26,42
22	5,8	79,56	57,4	53,2	2550	-29	97,7	4,9	925	60,2	106	106	3855,74	4501,12	26,42
23	5,8	54,32	54,3	15,8	2360	1,8	157,6	2,6	2238	61,5	134,3	134,28	2923,17	3165,72	26,42
24	5,8	58,55	56,7	45,6	2470	-16,2	159,8	3,4	2254	14,2	158,3	158,3	3221,12	3334,15	26,42
25	5,8	57,46	53,2	25,6	2380	2,4	148,7	2,9	2278	17,6	132,1	132,1	2823,45	2976,21	26,42
26	5,8	73,22	52,3	18,6	2520	-32,4	147,8	2,8	964	65,8	108	108	3039,34	3121,23	26,42
27	5,8	58,87	48,5	41,3	2490	-24,7	163,4	2,3	2265	16,94	156,8	156,8	3298,13	3356,43	26,42

28	5,8	52,21	51,4	13,8	2350	1,5	132,3	2,6	2320	14,2	133,8	133,8	2808,38	2839,58	26,42
29	5,8	56,63	54,5	41,3	2460	-14,6	157,8	3,1	2234	15,8	157,6	157,6	3125,41	3241,18	26,42
30	5,8	77,28	56,9	56,1	2530	-38,5	129,2	2,6	2490	-35,2	130,3	130,3	3159,58	3217,63	26,42
31	5,8	78,35	57,8	45,7	2560	-103,7	147,3	2,9	2270	-67	154,9	154,9	3482,06	3856,29	26,42
32	5,8	73,22	52,3	18,6	2520	-32,4	147,8	2,8	964	65,8	108	108	3039,34	3121,23	26,42
33	5,8	57,46	53,2	25,6	2380	2,4	148,7	2,9	2278	17,6	132,1	132,1	2823,45	2976,21	26,42
34	5,8	56,63	54,5	41,3	2460	-14,6	157,8	3,1	2234	15,8	157,6	157,6	3125,41	3241,18	26,42
35	5,8	55,57	56,5	25,1	2430	-7,2	154,8	3,1	2210	10,6	158,1	158,1	3399,77	3557,17	26,42
36	5,8	54,71	45,8	14,9	2510	-61,3	145,6	2,9	834	90,3	158,6	158,6	2926,11	3271,72	26,42
37	5,8	53,32	61,2	19,7	2420	3,5	152,7	3,1	2270	15,7	155,7	155,7	3178,29	3321,62	26,42
38	5,8	52,21	51,4	13,8	2350	1,5	132,3	2,6	2320	3,7	133,2	133,2	2808,38	2839,58	26,42
39	5,8	76,89	53,4	23,7	2570	-63,1	149,8	2,9	2289	-68,5	158,6	158,6	3479,78	3569,43	26,42
40	5,8	55,57	56,5	25,1	2430	-7,2	154,8	3,1	2210	10,6	158,1	158,1	3399,77	3557,17	26,42
41	5,8	79,67	58,6	23,2	2580	-46,4	152,4	2,9	2287	-67,4	158,9	158,9	3498,87	3674,19	26,42
42	5,8	53,32	61,2	19,7	2420	3,5	152,7	3,1	2270	15,7	155,7	155,7	3178,29	3321,62	26,42
43	5,8	54,32	54,3	15,8	2360	1,8	157,6	2,5	2232	14,7	131,6	131,6	2798,62	2897,79	26,42
44	5,8	73,22	52,3	18,6	2520	-32,4	147,8	2,8	964	65,8	108	108	3039,34	3121,23	26,42
45	5,8	56,63	54,5	41,3	2460	-14,6	157,8	3,1	2234	15,8	157,6	157,6	3125,41	3241,18	26,42
46	5,8	77,28	56,9	56,1	2530	-38,5	129,2	2,6	2490	-35,2	130,3	130,3	3159,58	3217,63	26,42
47	5,8	58,47	49,8	23,5	2560	3,5	152,7	2,8	2270	18,9	134,9	134,9	2978,28	3254,22	26,42
48	5,8	57,78	48,9	26,9	2350	-9,8	156,9	3,2	2320	13,5	162,3	162,3	3243,42	3325,16	26,42
49	5,8	78,56	57,7	57,8	2490	-39,6	131,3	2,7	2265	-64,2	134,6	134,6	3265,48	3378,35	26,42
50	5,8	54,34	44,8	24,3	2470	-5,9	147,8	3,1	2254	0,5	148,7	148,7	3095,66	3138,9	26,42