

Rockwellova materiálová zkouška třmenového zámkového systému

Lukáš Žovinec

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Žovinec**

Osobní číslo: **A15128**

Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Rockwellova materiálová zkouška třmenového zámkového systému**

Téma anglicky: **The Rockwell Material Test for Yoke Lock Systems**

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s uzamykacími prvky, které jsou využívány v mechanických zábranných systémech pro předmětovou ochranu.
2. Přehlednou formou prezentujte dělení mechanických zábranných systémů ve znění předpisů a norem ČSN EN 1627, normou ČSN EN 12320 dle požadavků technické komise CEN/TC 33.
3. Popište rozdělení mechanických zkoušek ve znění předpisů a technických norem ČSN EN ISO 6892-1 a ČSN EN 10002-1.
4. Prakticky realizujte materiálové zkoušky zámkových systémů typu Fab 30H/38 Rockwellovou metodou.
5. Proved'te zpracování naměřených hodnot a uveďte nové vývojové trendy v dané oblasti.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam doporučené literatury:

1. O'Neill H (1967) The hardness of metals and alloys. Chapman and Hall, London, ISSN 1741-2765.
2. J.R. Cahoon, W.H. Broughton, A.R. Kutzak, The Determination of Yield Strength from Hardness Measurements, Metall. Trans., 2, 1971, p 1979-1983,ISSN 1741-2765.
3. P.I. Anderson, "Induction Hardening Response of Ferrite and Pearlite Banded Steel," MS Thesis T-6083, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, 2005, ISSN 1741-2765.
4. IVANKA, Ján. Mechanické zábranné systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.
5. BÜBL, Michael. Tajemství zámečnictví. Rakousko: Vlastní náklad, 2007. ISBN 978-3-95022-13-2-9.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ján Ivanka

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

26. července 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

27. srpna 2019

Ve Zlíně dne 2. srpna 2019

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 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 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 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na validaci rezistence systému třmenových visacích zámků. Teoretická část popisuje rozdílné typy visacích zámků a podrobný popis technických norem ČSN EN 1627, ČSN EN 12320 a ČSN EN 6892-1, které se využívají v mechanických zábranných systémech. Praktická část je zaměřena na využití zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu přesněji Rockwellovy metody s pomocí přístroje ZWICK 1456. Rockwellova metoda je provedena za konstantních teplotních podmínek a ve zchlazeném stavu v laboratorním prostředí. Výsledky jsou znázorněny pomocí grafu a zaznamenány pomocí fotodokumentace. Závěrem práce je návrh vývojových trendů v dané oblasti.

Klíčová slova: Rockwellova metoda, bezpečnostní třídy, visací zámky, validace, rezistence, visací zámky, technické normy, ZWICK

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the validation of the resistance of the padlock system. The theoretical part describes different types of padlocks and a detailed description technical standards ČSN EN 1627, ČSN EN 12320 and ČSN EN 6892-1, which are used in mechanical barrier systems. The practical part is focused on the use of a special technical hardness test of the material more precisely Rockwell method with the aid of the ZWICK 1456 instrument. The results are represented by a graph and recorded by means of photodocumentation. At the end of the work is mentioned the development of trends in the area.

Keywords: Rockwell method, security classes, padlocks, validation, resistance, padlocks, technical standards, ZWICK

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Jánovi Ivankovi za rady, odborné vedení, věcné připomínky a konzultace, které mi poskytl během vypracování bakalářské práce.

Čestné prohlášení, že odevzdaná verze bakalářské 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

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY	10
2 BEZPEČNOSTNÍ TŘÍDY MECHANICKÝCH ZÁBRANNÝCH SYSTÉMŮ	11
2.1 NORMA PRŮLOMOVÉ ODOLNOSTI DLE EVROPSKÉ NORMY 1627.....	12
2.2 ZMĚNY KOVÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK	15
3 ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN EN 12320	17
3.1 POŽADAVKY NA ŽIVOTNOST	18
3.2 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST	18
3.3 ZKUŠEBNÍ METODY	22
3.4 ROZDĚLENÍ ZKOUŠEK A VZORKŮ	27
4 HISTORIE VISACÍCH ZÁMKŮ	29
5 DĚLENÍ VISACÍCH ZÁMKŮ	31
5.1 PŘEKONÁVÁNÍ VISACÍCH ZÁMKŮ	32
6 MECHANICKÁ ZKOUŠKA TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ	34
6.1 ZKUŠEBNÍ TĚLESA	34
6.2 PODMÍNKY ZKOUŠENÍ.....	35
6.3 ZKUŠEBNÍ RYCHLOSTI	36
6.3.1 Zkušební rychlost vycházející z deformační rychlosti.....	36
6.3.2 Deformační rychlost při stanovení horní meze kluzu	37
6.3.3 Deformační rychlost při stanovení dolní meze kluzu	37
6.3.4 Deformační rychlost při stanovení meze pevnosti v tahu R_m	38
6.4 ZKUŠEBNÍ RYCHLOST VYCHÁZEJÍCÍ Z NAPĚŤOVÉ RYCHLOSTI.....	38
6.4.1 Výrazné a smluvní meze kluzu	38
6.4.2 Smluvní mez kluzu.....	39
6.5 STANOVENÍ HORNÍ A DOLNÍ MEZE KLUZU	39
6.6 STANOVENÍ SMLUVNÍ MEZE KLUZU	41
6.7 ZKUŠEBNÍ PROTOKOL	41
6.8 ROZDĚLENÍ MECHANICKÝCH ZKOUŠEK	42
6.9 MECHANICKÉ STATICKÉ ZKOUŠKY	43
6.10 ZKOUŠKA ROCKWELLOVOU METODOU.....	44
II PRAKTICKÁ ČÁST	46
7 OVĚŘENÍ MATERIÁLOVÉ TVRDOSTI	47
7.1 TEST REZISTENCE VÝROBKU.....	47
8 ZKUŠEBNÍ VZORKY VISACÍHO ZÁMKU FAB 30H/38	48
9 ZKOUŠKA TVRDOSTI MATERIÁLU PŘÍSTROJEM ZWICK 1456	50
9.1 TECHNICKÉ PARAMETRY PŘÍSTROJE ZWICK	50
9.2 TESTXPETR II.....	51
10 NÁVRH NA PROVEDENÍ ROCKWELLOVY METODY	53

10.1	POSTUP MĚŘENÍ ROCKWELLOVY METODY V LABORATORNÍCH PODMÍNKÁCH	53
10.2	VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT.....	54
ZÁVĚR		62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		64
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		66
SEZNAM OBRÁZKŮ		67
SEZNAM TABULEK.....		68
SEZNAM GRAFŮ		69

ÚVOD

Visací zámky jsou v současnosti jedny z nejpoužívanějších zámkových systémů v mechanických zábranných systémech, které se využívají v předmětové, prostorové a obvodové ochraně. Proto je kladen důraz na jejich pevnost, odolnost a bezpečnost. Z toho důvodu visací zámky prošly v posledních letech vývojem, aby byly robustnější, spolehlivější a co nejvíce minimalizovat jejich překonatelnost. U výrobků mechanických zábranných systémů je potřeba dodržet bezpečnostní normy, které určují Evropské normy a tyto výrobky musí projít jednotlivým testováním a pokud splňují tyto normy, obdrží certifikát (obsahuje: protokol o shodě, certifikát jakosti a specifikuje bezpečnostní třídu samotného výrobku). Tyto certifikáty udělují akreditované zkušební laboratoře, jenž mají možnost tyto zkoušky dle norem provádět. Práce popisuje jednotlivé Evropské normy, které se využívají pro určení bezpečnostních tříd, jakým způsobem se tyto třídy odlišují a jaké podmínky jsou potřeba splnit, aby získaly platný certifikát pro jednotlivé výrobky a jejich komponenty. Taktéž je popsáno, které zkoušky se používají, pro jaké jednotlivé bezpečnostní třídy se aplikují a jaké podmínky je třeba splnit, aby byli schopni obstát různých typech těchto zkoušek.

V praktické části bakalářské práce je provedeno testování třmenového visacího zámku pomocí Rockwellovy metody, kdy testovací vzorky a jejich komponenty budou podrobeny této metodě, zda tyto testovací vzorky dokážou obstát ve zkoušce, popřípadě jaká je potřebná síla pro jejich překonání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY

Mechanické zábranné systémy (dále jen MZS) jsou jednou z nejdůležitějších složek technického zabezpečení v komerční bezpečnosti s využitím v soukromém a průmyslovém sektoru. Do mechanických zábranných systémů patří skupina mechanických prvků, kam patří veškeré kovové i nekovové prvky, které vytváří jednotnou mechanickou ochranu objektu. Tyto systémy jsou děleny do tří základních ochranných skupin. [4]

Mechanické zábranné systémy dělíme do 4 základních skupin:

obvodová ochrana – prostředky, které mají na starost zajistit bezpečnost ve střežených prostorech a prostor předem vyhrazený kolem objektu. Obvod objektu je předem určený pomocí katastrální hranice, které mohou být omezeny přírodně nebo uměle (vodní tok, přírodní ploty, ploty, zdi apod.), [4]

plášťová ochrana – úkolem je zabránění veškerých narušení u standartních a nestandardních vstupních bodů objektu. Plášťová ochrana zabezpečuje všechny stavební otvory, které slouží jako vstup do objektu. (dveře, okna, vikýře, zásobovací a energetické šachty, střešní okna apod.), [4]

předmětová ochrana – účelem předmětové ochrany je zabezpečení prostorů nebo úschoven, které slouží pro uložení peněz, cenností, utajovaných informací, technických zařízení apod., před jakýmkoliv zcizením, poškozením nebo neoprávněnou manipulací, [4]

speciální ochrana – chemická ochrana předmětů, cenin apod. Do této kategorie patří taky ochrana, která je označena jako „ostatní“, do které řadíme plomby, pečeti, hologramy. Prostředky individuální ochrany – míní se tím přenosné i nepřenosné technické prostředky používané v předchozích dvou oblastech, ale i vlastní zámky, trezory. [4]

2 BEZPEČNOSTNÍ TŘÍDY MECHANICKÝCH ZÁBRANNÝCH SYSTÉMŮ

Z důvodu nových požadavků na zabezpečení objektů v rámci mechanických zábranných systémů, bylo nutno zavést nové označení bezpečnostních tříd v dané oblasti, které jsou v současnosti označeny zkratkou RC 1 až RC 6 (neboli resistance class, třída odolnosti, dále jen RC). V České republice se od začátku roku 2012 využívá norma ČSN EN 1627, která slouží jako základní norma pro aplikaci MZS v praxi. Norma specifikuje nově 6 bezpečnostních tříd RC 1 až RC 6, které definují jednotlivým třídám, jaké mají splňovat požadavky a kritéria. [17]

V níže uvedené tabulce (tab.1) je uvedena charakteristika jednotlivých bezpečnostních tříd dle normy ČSN EN 1627.

Tabulka č. 1 Klasifikace bezpečnostních tříd prvků MZS — BT [6]

Třídy BT	Popis bezpečnostních tříd
1	Příležitostný zloděj se pokouší o vloupání za použití jednoduchého nářadí a fyzickým násilím jako: kopání, zdvihání nebo vytržení. Příležitostný zloděj typicky zkouší získat výhodu příležitosti, protože nemá potřebné informace o úrovni odolnosti stavebního výrobku a není znepokojen s dobou a vydávaným zvukem. Nepředpokládají se žádné informace o majetku a úrovni rizika, které je zloděj ochoten přijmout.
2	Příležitostný zloděj se navíc pokouší o vloupání s použitím jednoduchého nářadí a fyzického násilí např: kleště, železný klín (u mříží), šroubovák. Mechanické ruční vrtačky nejsou do této úrovně zabezpečení zahrnuty, z důvodu potřeby využití cylindrických vložek proti odvrátání. Při pokusu o vloupání má zloděj možnou výhodu malé znalosti o úrovni zabezpečení a není znepokojen s dobou a hlukem. Zloděj opět nemá žádné údaje o majetku a úrovni rizika.
3	Zloděj se pokouší získat přístup do objektu za pomoci použití páčidla (možnost aplikace vyšší síly) a šroubováku, ručního nářadí např : malé kladivo, důlčíky nebo mechanickou vrtačkou (možnost napadnout zranitelné body uzamykacího systému). Při pokusu o vloupání zloděj bere na vědomí možné výhody a určité znalosti o pravděpodobnosti úrovně zabezpečení, zároveň není znepokojen dobou a vydávaným hlukem. Zloděj nemá znalosti o jakémkoliv prospěchu a je ochoten přijmout odpovídající úroveň rizika, která je střední.
4	Zkušený zloděj navíc využívá možnosti použití sekery, těžkého kladiva, dláta či přenosné akumulátorové vrtačky. Těžké kladivo, sekera a vrtačka umožňuje vícero metod pro napadení. Zároveň předpokládá přiměřený prospěch a je odhodlaný pokračovat za jakýchkoliv podmínek ve vloupání. Úroveň znepokojení s vydávaným hlukem je nízká a ochoten přijmout možné riziko, které je větší.
5	Velmi zkušený zloděj navíc používá elektrické nářadí např: vrtačka, přímočará pila a úhlová bruska s průměrem kotouče do 125 mm, kdy při využití úhlové brusky může rozšířit možnosti

	rozsahu pravděpodobných úspěšných metod a míst pro napadení. Zloděj je dobře organizován a zároveň předpokládá přiměřený výsledek, kvůli kterému je odhodlán pokračovat ve vloupání. Znepokojení z vytvářeného zvuku při překonávání je nízká a ochota přijmout riziko je vysoká.
6	Velmi zkušený zloděj navíc používá ke vloupání sekáč, výkonné elektrické nářadí např: vrtačky přímočarou pilu či úhlovou brusku do maximálního průměru kotouče 230 mm. Zmíněné nářadí je možno použít pouze jedinou osobou. Zmíněné nářadí má vysokou výkonnostní úroveň s vysokým potenciálem efektivnosti. Zloděj zároveň předpokládá vysokou úroveň prospěchu a jeho odhodlání pokračovat ve vloupání je vysoká s velmi vysokou úrovní organizace. Znepokojenost s úrovní hluku je téměř nulová a připravenost na případné rizika je velmi vysoká.

Zkouška manuálního pokusu o vloupání se provádí podle EN 1630:2011, kde jsou použity jednotlivé sady nářadí a předem stanovená doba. Zkušební vzorky nesmí při zkoušce vykazovat známky snížení požadavků pro požadovanou bezpečnostní řadu. U první bezpečnostní řady se neprovádí manuální zkouška z důvodu jednoduchosti překonání bezpečnostní třídy. Každá RC třída má svou vlastní zkušební sadu nářadí. [6]

Tabulka č. 2 Sady nářadí a doba průlomové odolnosti [6]

Bezpečnostní třída (RC)	Sada nářadí (dle EN 1630:2011)	Doba průlomové odolnosti min	Maximální celková doba zkoušky
1	A1	-	-
2	A2	3	15
3	A3	5	20
4	A4	10	30
5	A5	15	40
6	A6	20	50

2.1 Norma průlomové odolnosti dle Evropské normy 1627

Norma o průlomové odolnosti může v současné době sloužit jako vhodná pomůcka pro výběr správné úrovně bezpečnosti v mechanických zábranných systémech neboli bezpečnostní třídy, která byla vydána v souladu s předběžnou evropskou normou EN 1627, která pomáhá při výběru správného mechanického bezpečnostního zabezpečení. Toto

rozhodnutí trvalo několik let, než zástupci všech členských států odsouhlasili metodu klasifikující jednotlivé stupně odolnosti proti vloupání. Při jednání musely být vzaty v potaz jednotlivé metody napadení, které zloději používají podle kriminalistických statistik jednotlivých států EU. Zároveň byly vyvinuty zkoušky pro jednotlivé bezpečnostní třídy, za použití běžně dostupného nářadí na trhu, které byly podrobně zaznamenány do jednotlivých sad. [6]

Každá úroveň normy EN 1627 je reprezentována jinou barvou, která určuje jednotlivý stupeň zabezpečení. Jednotlivé barvy následně definují odolnosti výrobků např: proti páčení, vrtání, vytržení, hrubému násilí či jiné destruktivní metodě. Pro udělení správného hodnocení a odpovídající úrovni certifikátů o bezpečnostní třídě musí být výrobky zkoušeny v nezávislé akreditované zkušební laboratoři a certifikačním orgánem. [6]

1 až 3 bezpečnostní třída je určena k řešení úrovně napadení přiřazenému k příležitostným či případným zlodějům. Zmíněná napadení bývají přiřazována k příležitostným napadením, kde se zloděj snaží neupozornit na sebe s nízkou pravděpodobností možného úspěchu. U zloděje je méně pravděpodobné použití značné síly a snaží se používat výhradně obyčejné ruční nářadí nebo páčidla. Pachatelé dobývající se do těchto tříd se snaží vyhnout hluku, pozornosti a nadměrnému riziku. Rizikem je myšleno celková doba překování jednotlivých bezpečnostních tříd a jimi stanovené doby. [6]

4 až 6 bezpečnostní třída je přiřazena zkušenějším nebo profesionálním zlodějům, kteří jsou cílevědomí a jsou obeznámeni s pravděpodobnou kořistí, kterou může úspěšné překonání přinést. Napadení ve 4 až 6 třídě, plánovaná se samotnou znalostí stavebního prvku, u kterého se budou pokoušet o překonání. Zloději neřeší hluk a ani dobu pro překonání, kde použité nářadí může být: výkonná a jednoduchá elektrická zařízení. [6]



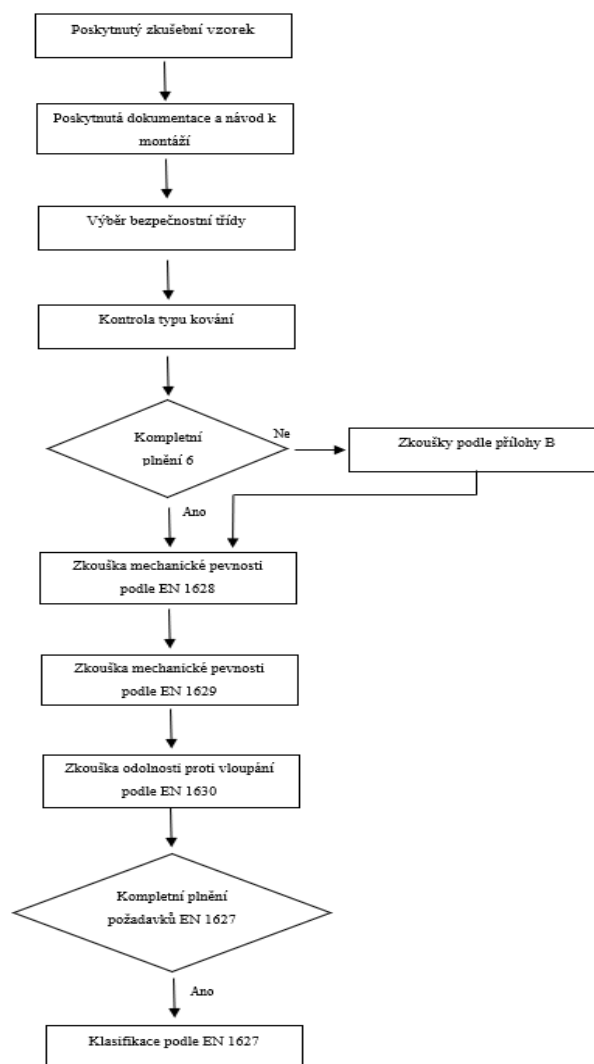
Obr. 1. Stupně bezpečnostní třídy dle normy EN 1627 [16]

2.2 Změny kování cylindrických vložek

Největší změna prvků kování byla povolena u cylindrických vložek a jejich ochranných kování ve stavebních výplních u jednotlivých bezpečnostních tříd 1 až 4 může být provedena bez jakéhokoliv znaleckého posudku ze zkušební laboratoře, pokud jsou montážní prostředky a délka upevňovacího svorníku nezměněna a existuje již stávající shoda. [6]

Jednotlivé změny cylindrických vložek ve výrobcích bezpečnostní třídy 5 a 6 mohou být povoleny bez znaleckého posudky laboratoře pouze pod podmínkou, jestliže nejsou porušeny charakteristické znaky stavebních výrobků odolnosti proti vloupání. Tím je myšleno, že je požadovaná ochrana cylindrické vložky zámku s ochranným štítem (neboli prodloužená verze), cylindrická vložka s krytem nebo dalším druhem opatření, které byli vzaty v úvahu při průběhu zkoušky a jsou zaevidovány v protokolech samotné zkoušky. [6]

Všechny možné změny prahového a obvodového těsnění jsou umožněny ve všech bezpečnostních třídách jedině pod podmínkou neporušení charakteristiky samotné odolnosti stavebního výrobku proti vloupání. Žadatel bezpečnostního zařízení si sám zodpovídá za veškeré modifikace, ale zároveň tyto modifikace nesmí snížit celkovou úroveň zabezpečení proti vloupání, kterou získala ve zkušební laboratoři. [6]



Obr. 2. Zkoušení a klasifikace prvků odolných proti vloupání [6]

3 ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN EN 12320

Norma ČSN EN 12320 Stavebního kování – Visací zámky a příslušenství visacích zámků – Požadavky a zkušební metody. Příchodem v platnost v květnu 2013 nahradil původní normu ČSN EN 12320 (16 5123) z roku 2002. Česká norma původně vychází z evropské normy EN 12320:2012, která byla napsána ve 3 jazycích (francouzsky, německy a anglicky), kdy jednotlivé státy musí zajistit překlad do svého jazyka. Přeložený dokument má stejnou platnost a působnost jako originální dokument. V České republice překlad zajistil Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [7]

Předmluva normy upřesňuje hlavní důvody a změny, které s sebou přináší:

„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 bylo nutno dát status národní normy nejpozději do dubna 2013 a to buď vydáním identického textu, nebo schválením k přímému používání. Národní normy, které s ní byly v rozporu, bylo nutno zrušit nejpozději do dubna 2013. Upozorňuje se na skutečnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohli být předmětem patentových práv. Centrálu Evropských norem (CEN) nelze činit odpovědnou za identifikování jakéhokoli nebo všech patentových práv. Tato evropská norma nahrazuje EN 12320:2001.“ [7]

Součástí předmluvy je seznam technických změn oproti předchozímu vydání:

- omezuje možnosti napadení,
- určuje nově odolnost proti korozi,
- úprava odolnosti při napadení a vytržením válce nebo cylindrické vložky,
- příloha a vzorkování a řazení.

Zároveň detailně popisuje jednotlivé zkušební metody, z důvodu možnosti opakovatelnosti v akreditované zkušební laboratoři v rámci Evropské unie, kdy jednotlivá kritéria potřebná pro přejetí produktu jsou předem objektivně definována, tak aby byla zaručena jednotnost a spravedlivost v hodnocení. [7]

Evropská norma EN 12320:2012 přesně specifikuje jednotlivé možnosti provedení a požadavky na pevnost, bezpečnost, provedení odolnost proti korozi a životnost visacích zámků. Zároveň určuje přesný počet a druhy kategorií visacích zámků (určuje jednu kategorii pro použití, dvě pro životnost, šest kategorií odolnosti proti korozi a šest bezpečnostních tříd pro provedení zkoušky simulující napadení). V evropské normě zařazeno omezení u manuální

zkoušky napadení z důvodu široké možnosti jednotlivých druhů napadení pro každou bezpečnostní třídu. [7]

3.1 Požadavky na životnost

Samotná zkouška životnosti visacích zámků musí být provedena za pomoci vhodných přípravků umožňující zamykací a odemykací možnosti zámků včetně uvolnění samotného třmenu. Tato posloupnost se musí opakovat předem stanovenou rychlostí mezi 5 až 20 cykly za minutu. Během tohoto cyklu musí být zajištěno, aby klíč byl částečně vložený do zámkového mechanismu s tím, že všechna stavitka zámku musí být pohyblivá. [7]

U použitého klíče při životnostní zkoušce musí proběhnout vyčistění a u zámku správné namazání v souladu s pokyny výrobce, které jsou pro každý výrobek předem specifikovány. Procedura musí být provedena na začátku samotné zkoušky a následně toto provést po 5 000 cyklech.[6]

Jestliže se visací zámek v průběhu zkoušky jakýmkoliv způsobem zablokuje a přestane být ovladatelný, tak daný vzorek neprošel zkouškou a je nevyhovující. Pokud je uvolněn a stále funguje správným způsobem, je možno opětovné pokračování ve zkoušce. [7]

3.2 Požadavky na bezpečnost

Každá bezpečnostní třída musí splňovat předem specifikované bezpečnostní požadavky, které byly stanoveny technickou komisí CEN/TC 33 a musí projít jednotlivými zkušebními metodami, které ověří funkčnost, odolnost a životnost zámků pro jednotlivé třídy. Jednotlivé metody jsou k nalezení za tabulkou č. 3. [7]

Následující tabulka č. 3 se skládá z dvanácti samostatných požadavků:

- obecné: Určité požadavky jsou předem potvrzeny certifikátem a protokolem o zkoušce podle EN 1303. Kdy v třídách 4,5,6 nesmí existovat možnost vyjmutí klíče, předtím, než bude samotný třmen zámku zajištěn v uzavřené poloze, [7]
- minimální počet efektivních klíčových kombinací: Visací zámky musí mít minimální počet n efektivních klíčových kombinací (viz tabulka 3), [7]
- ovládání bezpečnostního mechanismu klíčů s právě jednou efektivní kombinací. Při provádění zkoušky podle ovládání bezpečnostního mechanismu klíčů nesmí existovat možnost, aby visací zámek nebylo možno ovládat za pomoci jiného klíče než správného pasujícího do zámkového systému, který se liší o jediný interval

neboli nejméně odlišný klíč. Nejméně odlišný klíč je předem definován výrobcem za pomoci klíčového kódovacího systému, [7]

- odolnost válce cylindrické vložky nebo zamykacího mechanismu visacího zámku proti vytržení: Je prováděno podle zkoušky odolnosti válce cylindrické vložky nebo zamykacího systému proti vytržení, kdy musí válec cylindrické vložky nebo uzamykacího mechanismu klást odpor o předem stanovené síle F_1 viz tabulka 3, [7]
- odolnost válce cylindrické vložky nebo zamykacího mechanismu visacího zámku v krutu: Za pomoci zkoušky odolnosti válce cylindrické vložky v krutu musí válec vyvinout sílu odporu o momentu síly M_2 dle hodnot v tabulce 3, [7]
- odolnost třmenu a oka petlice proti vytržení: Zkouška odolnosti třmenu cylindrické vložky v krutu, kde je nutnost klást na třmen i oko odpor o síle F_2 dle tabulky 3, [7]
- odolnost třmenu a oka petlice proti krutu: Zkouška odolnosti třmenu nebo oka petlice proti vytržení, kde musí oko i třmen klast určitý odpor kroučícího momentu podle tabulky 3, [7]
- odolnost třmenu a oka petlice proti přestřižení: Podle zkoušky odolnosti třmenu a oka proti přestřižení musí být kladen odpor o síle F_3 viz tabulka 3, [7]
- odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti nárazu při nízké teplotě: Dle zkoušky o odolnosti tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti nárazu při nízké teplotě musí být těleso dostatečně ochlazeno na teplotu T , která stanovuje odolnost proti nárazu ocelovou tyčí a její předem specifikované hmotnosti a výšky tyče dle hodnoty v tabulce 3, [7]
- odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti odvrtání: Zkouška odolnosti tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti odvrtání stanovuje dobu odolnosti proti odvrtání hodnotou t , [7]
- odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti řezání: Zkouška pro odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti řezání specifikuje dobu, po kterou jednotlivé třídy musí odolávat viz tabulka 3, [7]
- odolnost proti napadení: Metoda odolnosti proti napadení specifikuje dobu potřebnou pro překování s výpomocí manuálního nářadí pro každou RC třídu v době t . [7]

Tabulka 3. Bezpečnostní požadavky str. 20-21 [7]

Číslo článku	Požadavek	Zkušební metoda	Zkušební parametr	Třída						Jednotka
				1	2	3	4	5	6	
A	Klíč zadržený v otevřené poloze		ano/ne	-	-	-	ano	ano	ano	
B	Minimální počet efektivních klíčových kombinací	0	n	300	1 000	2 500	5 000	10 000	20 000	-
C	Ovládání bezpečnostního mechanismu klíčů s právě jednou efektivní kombinací	1	M1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	Nm
D	Odolnost válce cylindrické vložky nebo zamykacího mechanismu visacího zámku proti vytržení	2	F1	-	-	4	5	10	15	kN
E	Odolnost válce cylindrické vložky nebo zamykacího mechanismu visacího zámku v krutu	3	M2	-	2,5	5	15	20	30	Nm
F	Odolnost třmenu a oka petlice proti vytržení	4	F2	3	5	15	30	70	100	kN
G	Odolnost třmenu a oka petlice proti krutu	5	M3	40	100	200	450	1 200	2 500	Nm
H	Odolnost třmenu a oka petlice proti přestřížení	6	F3	6	15	25	35	70	100	kN
I	Odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice	7	T	-	-	-20	-20	-40	-40	°C
			m	-	-	1 250	3 050	6 550	7 150	g
			h			800	1 00	1 400	1 500	mm

	proti nárazu při nízké teplotě									
J	Odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti odvrátání	8	t	-	-	-	2	4	8	Min
K	Odolnost tělesa visacího zámku, třmenu a oka petlice proti řezání	9	T	-	-	-	2	4	8	Min
L	Odolnost proti napadení	10	t Sada náradí	-	-	-	3	5	10	Min
Klasifikace je v šesti třídách, kde první třída má nejnižší požadavky										

3.3 Zkušební metody

Každý výrobce má povinnost poskytnout všechny potřebné výkresy sestav a součástí z důvodu umožnění zkušební laboratoři, provést předběžné ohodnocení daného výrobku, před provedením potřebných zkoušek. Zkouška u visacích zámků musí vždy probíhat v zamčené poloze s vyjmutým klíčem. Všechny visací zámky a jejich příslušenství musí být vybráno náhodně a podrobena všem druhům zmíněných zkoušek. Pokaždé jsou náhodně vybrány dva zkušební vzorky visacích zámků a pokud nebude vyhovovat jeden ze zkoušených vzorků tak jsou oba vzorky nevyhovující, musí být vybrána nová náhodná dvojice přičemž oba vzorky musí vyhovět. Jestliže zkoušené části zámku jsou nepřístupné při správné montáži s pokyny výrobce, bude se mít za to, že výrobek uspěl ve zkouškách. [7]

U všech zkoušek je povolena určitá tolerance, týkající se jednotlivých sil, teplot a dob:

- síla $\pm 2\%$,
- moment síly $\pm 2\%$,
- hmotnost/váha $\pm 2\%$,
- vzdálenost $\pm 2\%$,
- doba $\pm 2\%$,
- teplota $\pm 2\%$.

V předchozí tabulce jsou uvedeny jednotlivé zkušební metody, podle kterých se ověřuje, zda výrobek splňuje veškeré podmínky pro jednotlivé bezpečnostní třídy. Jednotlivé metody jsou očíslovány a následně budou i vysvětleny:

- 1) ovládání bezpečnostního mechanismu klíčů je hodnota M1, která se aplikuje na výplň oblouku vloženého klíče, který je vybrán zkušební laboratoří dle kódovacího systému výrobce, který se od původního klíče liší o jedinou efektivní kombinaci. Celkově se použijí dva zkušební klíče a o s jedním stupněm nahoru a jedním stupněm dolů v efektivní kombinaci, který je následně manuálně zkoušen použitím určeného momentu síly. [7]
- 2) zkouška se může provést pouze pro visací zámky bezpečnostní třídy 3,4,5,6. Kdy tažný samovrtný šroub dle EN ISO 10666 s maximálním průměrem 5,5 mm je našroubován do válce nebo cylindrické vložky a je proveden pokus o vytržení válce či cylindrické vložky za pomoci prostředků k vyvinutí maximální síly předem

stanovené v tabulce 3, která je aplikována postupně po povolenou dobu. Jestliže visací zámek neumožní aplikovat určenou sílu, tak je považováno, že zámek splňuje podmínky zkoušky. [7]

Doba zkoušky je stanovena na dobu 5 minut, kdy odpočet začíná při dotyku šroubu s cylindrickou vložkou a ukončena po dosažení stanovené doby. Přerušeni doby nastává při připojení tažného trnu pohybuujícího se vzorku mezi místem připevněného šroubu a tažným zařízením vykonávající zkoušku, po propojení se opět pouští časomíra a pokračuje se ve zkoušce. Zkouška tahem je provedena na šroubu, který je upevněný ve válci a zkouška tahem nesmí být předčasně ukončena dokud:

- není dosaženo minimální úrovně pro jednotlivou třídu dle tabulky,
- celá cylindrická vložka nebo válec nebyli odstraněny,
- samovrtný šroub se přetrhl,
- šroub byl kompletně vytažen z válce.

V průběhu doby zkoušky je povolená možnost pro stejnou cylindrickou vložku více než jedna zkouška tahem s rozdílným průměrem šroubů, ale nesmí být překročena maximální hranice 5,5 mm. [7]

- 3) visací zámek je namontován do vhodného upínacího zařízení a je aplikován kroučící moment M_2 za pomoci vhodné sady nářadí, která se vkládá do klíčové drážky. Musí proběhnout pokus o vložení zmíněné sady nářadí do klíčové drážky s maximálním počtem 5 úderů o hmotnosti 300 g, kdy je nutnost u kroučícího momentu aplikaci ve střídavých směrech. Pokud není možnost aplikace zkoušky, je visací zámek považován za vyhovující a splnil podmínky zkoušky. [7]
- 4) visací zámek nebo oko petlice je namontováno do zkušebního stojanu přizpůsobeného tvaru samotného zámku a je aplikována tažná síla F_2 na třmen či oko petlice za pomoci kruhové tažné tyče o maximálním průměru rovnajícím se 80 % vodorovného profilu třmene nebo maximálně 80 % vnitřního průměru nebo 80 % vodorovnému profilu oka petlice. [7]
- 5) visací zámek či oko petlice je opětovně namontováno do zkušebního stojanu přizpůsobenému zkušebnímu vzorku a je aplikován kroučící moment M_3 na třmen či oko petlice a s pomoci zatěžovacího zařízení je vytvořen kontakt v bodech odpovídající polovině vnitřní výšky třmenu či oka, které je omezeno maximální hodnotou 25 mm. U dané zkoušky musí být těleso visacího zámku taktéž podepřeno v jeho polovině. [7]

- 6) na těleso třmenu či oka petlice se aplikuje střížná síla uvedená v tabulce 3 za pomoci speciálních čelistí. V omezených místech zámku, musí být taktéž provedena zkouška silou F3, sníženou o jednu bezpečnostní třídu. Jestliže v průběhu zkoušky přístupnosti je odhaleno více než 7 mm třmenu či oka petlice, má se za to, že komponenty nevyhověly zkoušce přetržením a je nutné provádět další zkoušky a hodnocení. [7]

Kontrola přístupu třmene:

- a) visací zámek je namontován na normální oko petlice, pokud není jinak specifikováno použití se svým vlastním zvláštním příslušenstvím, kdy by proběhl se zvláštním místo standartního,
- b) za pomoci metody pokusu a omylu se určuje největší ze šesti měřidel (rozměry špičky tělesa), které budou svírat třmen. Třmen je považován za sevřený, jestliže je mezi hranami měřidla a v kontaktu s vnitřní zadní plochou,
- c) určuje se maximální střížná síla F3 podle tabulky,
- d) probíhá porovnání maxima F3 v tabulce 4 a F3 v tabulce 3, jestliže F3 v tabulce 4 je menší tak jsou použity hodnoty z této tabulky.

Tabulka 4. Stanovení maximální střížné síly [7]

Největší měřidlo, které sevře třmen/ oko petlice	Maximální možná střížná síla F3 kN
A	6
B	15
C	25
D	45
E	70
F	100

Kontrola přístupu oka petlice:

- a) visací zámek je namontován na normální oko petlice, pokud není jinak specifikováno použití se svým vlastním zvláštním příslušenstvím, kdyby proběhl se zvláštním místo standartního,

- b) za pomoci metody pokusu a omylu se určuje největší ze šesti měřidel (rozměry špičky tělesa), které budou svírat oko petlice. Třmen je považován za sevřený, jestliže je mezi hranami měřidla a v kontaktu s vnitřní zadní plochou,
 - c) určuje se maximální střižná síla F_3 podle tabulky,
 - d) probíhá porovnání maxima F_3 v tabulce 4 a F_3 v tabulce 3, jestliže F_3 v tabulce 4 je menší tak jsou použity hodnoty z této tabulky.
- 7) před začátkem zkoušky nárazu se visací zámek a oko petlice musí vystavit nízké teplotě T na minimální dobu 3 hodin, po uplynutí této doby se nainstalují na stojan. Těleso visacího zámku, třmenu a oka je každá z těchto součástí vystavena pěti úderům o hmotnosti m vedených z výšky h uvedených v tabulce. Samotná zkouška musí být zahájena nejpozději do 15 s po vyjmutí z klimatizační komory, jinak se celý proces chlazení musí opětovně provést a celý zkušební proces musí být ukončen do 60 s. [7]
- 8) daná zkouška se netýká bezpečnostních tříd 1, 2 a 3, ale vztahuje se pouze na zbylé třídy 4, 5 a 6 kde se zkouší vždy 2 visací zámky ze stejné RC třídy. Petlice nebo celý visací zámek se nainstaluje na vhodný zkušební stojan pro následné použití vrtačky se stanoveným výkonem 700 W s možnou výkonnostní odchylkou $\pm 10\%$ s rozmezím otáček 500 min^{-1} až 800 min^{-1} . Vrták musí postupovat ve směru osy k zámku a je nutnost působit konzistentní silou bez prvotního nárazu nepřesahující hodnotu 300 N. [7]
- Zároveň používané vrtáky musí být z rychlořezné oceli splňující normu ISO 10899 pro vysokorychlostní vrtáky nebo ekvivalentní o maximálním průměru do 12 mm. Na jeden visací zámek je možnost použití maximálně 3 vrtáků během zkoušky a zároveň nesmí mít dodatečnou úpravy nebo zušlechtěné kovy pro lepší průnik.
- Výrobce musí ke zkoušce dodat pod výkresy sestavy a komponentů, podle kterých se určuje nejvhodnější místo pro vrtání. Pomocí těchto informací a zvolených míst, se do těchto bodů vrtá po dobu t stanovenou v tabulce 3. Po každých 15 vteřinách musí proběhnout výměna vrtáku a doba pro ověření, zda nebyl zámek překonán, kde překonání probíhá za pomoci jednoduchých nástrojů, jako jsou kleště či kratší šroubovák do 150 mm. [7]
- 9) visací zámek nebo oko petlice se opět nainstaluje do zkušebního stojanu vhodného pro použití pily a použité listy pily musí být bimetalové a síla napnutí listů musí být

1 kN. Průběh zkoušky je provedení 60 úplných 165 mm záběrových cyklů za dobu 60 se zatížením 90 N. Při zkoušce se nesmí používat jakákoliv chladicí směs či vazivo. [7]

Výrobce opět musí dodat všechny výkresy a teplotní specifikace pro určení optimálního bodu pro řezání. Po určení nejvhodnějších bodů se začíná řezat po dobu t předem stanovenou v tabulce 3 a dalších 60 s pro výměnu listu a doby na přesvědčení, zda visací zámek či jeho komponenty nebyli překonány za pomoci kleští nebo šroubováku do 150 mm.[7]

- 10) odolnosti proti napadení se zkouší pouze u bezpečnostních tříd 4, 5 a 6. Zkoušku provádí přímo zkušební technici, kteří mají technické znalosti a zkušenosti se zámky pro danou třídu a splňují podmínky pro tento typ zkoušky a zároveň na visacím zámku může pracovat pouze jediný technik oproti přípravě a předběžnému posouzení zámku. [7]

Předběžné posouzení se provádí před samotným testem a visací zámek musí být posouzen pro nalezení nejslabších míst zámku, které nejsou zahrnuty v předchozích testech týkající se požadavků na úroveň zabezpečení. Předběžné posouzení zároveň povoluje provést předběžnou zkoušku pro prošetření slabých míst. Místa napadení, použité metody a náradí musí být předem zaznamenány do klasifikačního archu. Následně musí být visací zámek upevněn do stabilizačního zařízení rovnajícím se průměru třmenu visacího zámku. [7]

Náradí, které je použito při manuálním napadení musí být volně dostupné, jedná se:

- dlouhé zakřivené kleště nebo kombinované kleště do maximální délky 300 mm,
- sada důlčků s maximální délkou 150 mm z teplotně upravené chromvanadové ocele, [7]
- sekáče s maximální délkou 300 mm a šířkou 30 mm z teplotně upravené chromvanadové ocele,
- hasák do maximální délky 320 mm,
- sada šroubováků s maximální délkou 300 mm,
- kladivo s hmotností do 700 gramů bez topírka.

Zkušební doba začíná při první střetu náradí a visacího zámku, pokračuje se do doby, dokud není daný zámek překonán nebo dosažení stanovené doby v následující tabulce. [7]

Tabulka 5. Požadovaná doba překonání visacího zámku [7]

Třída visacího zámku/ příslušenství	Požadovaná doba (min)
4	3
5	5
6	10

3.4 Rozdělení zkoušek a vzorků

Pro správné vykonání zkoušky musí být podrobena zkoušce minimálně šestnáct vzorků visacích zámků a minimálně šest jedinečných vzorků příslušenství visacích zámků. Každý vzorek musí podstoupit 2 až 3 různé zkoušky a každou z daných zkoušek musí splnit, jinak se začíná od znovu s novou dvojicí zkušebních vzorků. V následujících tabulkách je rozdělení jednotlivých vzorků a zkoušek jak pro visací zámky, tak pro jejich příslušenství. [7]

Tabulka 6. Zkouška na visacích zámečích [7]

Zkouška	Vzorky 1 a 2	Vzorky 3 a 4	Vzorky 5 a 6	Vzorky 7 a 8	Vzorky 9 a 10	Vzorky 11 a 12	Vzorky 13, 14,15 a 16
1	Kontrola přístupnosti třmenu 6	Kontroly počtu efektivních klíčových kombinací/ovládání bezpečnostního mechanismu klíčů 0/1	Odolnost válce cylindrické vložky v krutu 3	Zkouška životnosti	Provozní zkouška odemčením		Předběžné posouzení a zkouška Vzorek 13 a 14
2	Odolnost třmenu proti vytržení 4	Odolnost válce cylindrické vložky nebo zamykacího mechanismu proti vytržení 2	Odolnost třmenu proti krutu 5	Odolnost tělesa proti nárazu při nízké teplotě 7	Odolnost třmenu proti nárazu při nízké teplotě 7	Odolnost proti korozi	Zkouška odolnosti proti manuálnímu napadení 10 Vzorek 15 a 16
3	Odolnost třmenu proti přestřížení 6				Odolnost proti řezání 9	Odolnost proti odvrtání 8	

Tabulka 7. Zkoušky příslušenství visacích zámků [7]

Zkouška	Vzorky 1 a 2	Vzorky 3 a 4	Vzorky 5 a 6
1	Odolnost proti korozi	Kontrola přístupu oka petlice 6	Odolnost oka petlice proti vytržení 4
2	Odolnost oka petlice proti nárazu při nízké teplotě 7	Odolnost oka petlice proti krutu 5	Odolnost oka petlice proti řezání 9
3	Odolnost oka petlice proti odvrtání 8	Odolnost oka petlice proti přetržení 6	

4 HISTORIE VISACÍCH ZÁMKŮ

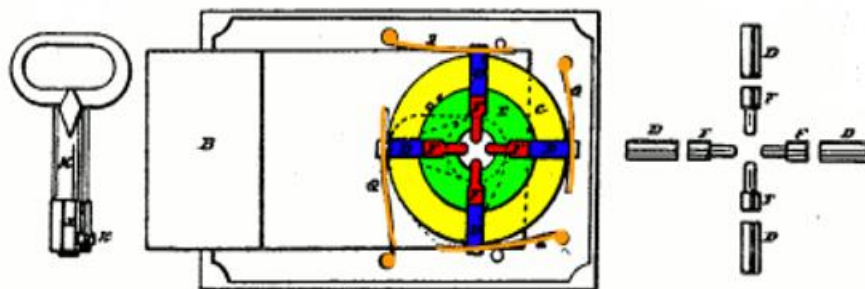
Visací zámky jsou malé a přenosné zámky, které se používají několik tisíc let k obraně proti krádeži, neoprávněnému vstupu, vandalismu a sabotáži. Nejprve se objevili ve starověkém Egyptě a Babylonu a pomalu se šířili napříč starověkými civilizacemi, jako je Čína, Řecko a Řím. Během jejich cesty skrze historii obdržely visací zámky řadu vylepšení, pokud jde o jejich design, vytváření základních komponent a použitelnost, což z nich činí jeden z nejběžnějších typů zámků na světě. V dnešní době jsou visací zámky vytvářeny v průmyslových zařízeních, která vytvářejí visací zámky mnoha velikostí (od ochrany kol po velké hangáry), typů (klíče, kombinované zámky) a hodnocení bezpečnosti (regulované vládními organizacemi z celého světa). [8,9]



Obr. 3. Replika gotického visacího zámku [10]

Historie visacích zámků se začala objevovat jako první mechanické výrobky, před několika tisíci lety. Počáteční snahy nedokázaly najít dostatečně funkční model visacího zámku mimo severní Afriku a Střední východ, ale čínské modely neměly takové problémy. Čína vyvinula první modely visacích zámků kolem roku 1000 před naším letopočtem a neustále je zlepšovali do doby vlády východní dynastie Han, kdy byly otevřeně používány královskými rody, šlechtou a bohatou třídou. Římané se setkali s prvními modely visacích zámků kolem roku 500 př.n.l. s pomocí obchodníků, kteří se vydali za směnným obchodem do Asie a vrátili se do Evropy, přinášejíci mnoho nových vynálezů a vzácných předmětů. Toto obchodní spojení mezi římskou civilizací a Čínou pokračovalo až do roku 300 n.l., kdy narušení starověkých obchodních cest začalo s izolací Evropy. [8,10]

Jak moderní průmysl dosáhl významného pokroku ve shromažďování zdrojů, výrobě a výrobě nástrojů, tak zámečníci a všichni kdo se pokoušeli o výrobu visacích zámků měli nové možnosti výroby stále složitějších, spolehlivějších a silnějších zámků. Na konci 19. století byl vynalezen malý visací zámek, který obsahoval spolehlivý blokovací mechanismus, který umožnil zámečnickům konečně zahájit masivnější výrobu zámků v průmyslovém prostředí, kdy většina zámku mohla být vyráběna hromadně s možností jednoduchého vložení a zajištění zamykací mechanismus. Na přelomu století zavedla zámečnická rodina Yale slavný visací zámek ve stylu „kazety“, který používal mechanismus posuvného čepu a základní konstrukce, která se používá dodnes. Techniky obrábění kovů se objevily na počátku 20. století, což přineslo konec úplné manuální výroby zámků zámečnickými. Ve 20. letech 20. století zavedl laminovaný visací zámek Harry Soref a jeho společnost Master Lock a do 30. let 20. století vstoupila do výroby tlaková litina.[9,11]



Obr. 4. Originální zámkový systém od Linuse Yale [9]

5 DĚLENÍ VISACÍCH ZÁMKŮ

Visací zámky jsou součástí mechanických zábranných systémů jako prvek objektové, předmětové a plášťové ochrany, v technických systémech konvenčního a komerčního průmyslu mechanického bezpečnosti. Zámky jsou součástí normy ČSN 12320:2001, která byla nahrazena normou ČSN EN 12320:2013 Stavební kování – visací zámky a příslušenství visacích zámků – požadavky a zkušební metody. Toto hlavně platí pro většinu domácností, dílen, různých provozoven, kúlen apod. vlastníci určité počet těchto visacích zámků, které jsou už jako doplněk stávajícího zabezpečení nebo jako přímé zabezpečení různých vstupů do vstupních otvorů objektu.

Visací zámky se dělí podle jejich funkce a typu použitého klíče:

- zámky se zásuvným klíčem – jejich použití je velmi ojedinělé, z důvodu využití klíče se jim také přezdívá píchací zámky,
- zámky s otočným klíčem – v současnosti nejvíce používaný a rozšířený visací zámeček, kdy po zasunutí klíče se s ním musí ještě „pootočit“.

Dalším dělením je podle tvaru použitého principu uzávěru:

- zámky se svorníkovým principem – rovná válcová tyčinka neboli svorník, který je odebrán z oka zámku po odemknutí,
- zámky se třmenovým principem – uzávěr je tyč ohnutá ve tvaru písmenka U, kdy při odemknutí zámku se třmen může vyjmout stejně jako u zámku se svorníkovým principem nebo se může částečně vysunout a pootočit kolem své osy. Druhy visacích zámků: obyčejné, dozické, motýlkové, cylindrické a kódové.



Obr. 5. Zámeček se svorníkovým systémem [11]



Obr. 6. Třmenový zámek [12]

5.1 Překonávání visacích zámků

Ve většině případů se visací zámky při vloupání překonávají násilnou cestou. Nejčastější způsoby překonání zámku bývají pomocí lešenářské tyče, sochorem, uražení zámku kladivem a jiným podobným nástrojem, poté následuje páčení třmenu neboli oka. Další možnosti jsou přerezávání nebo přestříhnutí, ale tyto metody nejsou tak často používané oproti předchozím. Je to zapříčiněno tím, že by pachatel musel mít speciální nástroje (pilku a speciální stříhací kleště), což je poněkud zdlouhavé a namáhavé.

Jde o dvě metody překonávání zámkových systémů:

- destruktivní metoda – metoda překonání zámkových systémů je ihned rozeznatelná na první pohled z důvodu viditelnosti škod na zámkovém systému. Do destruktivní metody patří všechny metody, které využívají hrubou sílu na překonání mechanického zabezpečení, jako je vytržení nebo vypáčení zámku či odvrtání bezpečnostní vložek. Při okamžitém nahlášení svědkem události na policii se může zvýšit šance na dopadení pachatele.
- nedestruktivní metoda – Nedestruktivní metoda překonání zámkových systémů je mnohem nebezpečnější, protože na první pohled nerozeznáme, zda se do bytu snažil dostat pachatel nebo majitel klíčem. Trestní činnost spáchanou nedestruktivní metodou můžeme odhalit až po několika dnech, týdnech i měsících. Nejpoužívanějšími možnostmi pro nedestruktivní metodu je pomocí paklíče, vyplantežováním, bumpingem či planžetou.

Základní pravidlo u vchodových dveří zní takto: Jestliže je zámek namontován vlevo, točíme klíčem doprava a naopak. Visací zámky, nábytek, psací stoly a podobné předměty se většinou otevírají po směru hodinových ručiček.



Obr. 7. Soupravy planžet pro nedestruktivní metodu překonání zámkových systémů [13]

6 MECHANICKÁ ZKOUŠKA TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ

Mechanické zkoušky patří k nejdůležitějším mechanickým a materiálovým zkouškám. Seznamuje, jakým způsobem a za jakých podmínek se může chovat materiál a zároveň nám dovoluje zjistit jaké vlastnosti mají materiály, které jsou vhodné pro využití v různých bezpečnostních odvětvích. Zároveň se snažíme určit jednotlivé mechanické vlastnosti materiálů a jakým způsobem se chová při různých typech deformace za působení vnějších sil při různých typech zatížení. Určité vlastnosti materiálu se mohou vyjadřovat jako schopnost odporu proti deformaci (mez kluzu, mez tečení, tvrdost apod.). Určité typy materiálu mají schopnost tvárnosti což umožňuje materiálu překovat velké množství deformací, než se dostane k bodu lomu a zároveň materiál schopný klást při deformaci velký odpor, je materiál pevný. Tvárný a zároveň pevný materiál je houževnatý, kde je nutnost vynaložit velkou práci na jeho přetvoření. Naopak materiál, u kterého je nutnost vykonat nízkou potřebu práce pro způsobení deformace, je křehký.

Zkouška pomocí Rockwellovy metody v ČR řídí normou ČSN EN ISO 6892-1, ČSN EN 10 002 (1994), opravné verze (2000), která je identická s evropskou normou EN 10 002:90 skládající se 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), jejíž platnost byla ukončena 1. 3. 2010. [13]

6.1 Zkušební tělesa



Jednotlivé tvary a rozměry všech zkušebních těles mohou být různé tvary a rozměry kovových výrobků, z kterých jsou následně zkušební tělesa odebírána. Zkušební těleso se většinou získává obráběním vzorku z výroby, výlisku či samotného odlitku. Přestože samotné výrobky mohou být konstantního průřezu (např: tyče dráty apod.), u litých zkušebních těles (např: litin a jiné neželezité slitiny) je možnost provedení zkoušky bez předchozí úpravy obrábění. [8]

Průřezy zkušebních těles mohou mít různé tvary např: kruhové, čtvercové obdélníkové, prstencové nebo neobvyklé a atypické tvary. Nejčastěji testovaná tělesa mají přímý vztah mezi počáteční délkou L_0 a počáteční průřezovou plochou S_0 , kde vyjádření rovnice je $L_0 = k\sqrt{S_0}$ a k je součinitel proporcionality neboli poměrná zkušební tělesa. Po mezinárodní dohodě byla stanovena hodnota k na 5,65. Počáteční měřená hodnota musí být minimálně

15 mm. Pokud je průměr tyče příliš malý, aby hodnota k splňovala potřebné požadavky, tak je použita vyšší hodnota většinou $k=11,3$. [8]

Jednotlivé druhy zkušebních těles se dělí podle jejich tvaru a typu výrobku, kde je dělí zkoušky i podle tvaru a velikosti samotných těles viz následující tabulka.

Tabulka 8. Hlavní druhy zkušebních těles podle typu výrobku – vlastní zdroj [8]

Typ výrobku	
Pásy – Plechy – Ploché výrobky	Dráty – Tyče – Profily
	
Tloušťka A	Průměr nebo strana
$0,1 \leq a \leq 3$	–
–	≤ 4
$a \geq 3$	≥ 4
Trubky	

6.2 Podmínky zkoušení

Při nastavení nulového bodu se musí měřicí systém zatížení nastavit na nulu poté, co se nastaví zkušební zatěžovací soustava, kdy nastavení musí být dokončeno ještě před připnutím zkušebního tělesa. Pokud již proběhne nastavení nulového bodu, nesmí se v průběhu zkoušky žádným způsobem měnit. [8]

Zkušební těleso musí být upevněno odpovídajícími prostředky např: klíny, závitové čelisti, ploché čelisti, osazené čelisti apod. Samotnému způsobu upnutí zkušebního tělesa je doporučeno věnovat velkou pozornost z důvodu zajištění, že na těleso působí rovnoměrné zatížení a jeho ose a minimalizovat co nejvíce jeho ohyb. Toto je obzvlášť důležité u zkoušek křehkých materiálů nebo při určování smluvních mezí kluzu či výrazné mezí kluzu. [8]

Pro správně zajištění souososti zkušebního tělesa a upínací sestavy, existuje možnost předepnutí tělesa pod podmínkou nepřekročení předpětí v rozsahu 5 % specifikované

či očekávané meze kluzu. Pro eliminaci nadbytečného vlivu předpětí se doporučuje korigovat prodloužení měřeného průtahoměru. [8]

6.3 Zkušební rychlosti

Pokud není předem stanoveno, jaká metoda a zkušební rychlost použita, tak je volena výrobcem nebo zkušební laboratoří, pod podmínkou splnění ISO 6892. Hlavním rozdílem mezi metodami je, že za pomoci deformační rychlosti je potřebná zkušební rychlost definována v bodě zájmu, ve kterém se stanovuje vlastnost tělesa oproti napěťové rychlosti, které stanovuje rychlost v pružné části tělesa. [8]

6.3.1 Zkušební rychlost vycházející z deformační rychlosti

Metoda je zaměřena především na minimalizaci změny zkušební rychlosti v rámci určení jednotlivých parametrů, které jsou citlivé na deformační rychlost a minimalizaci nejistot měření zkušebních výsledků. Jestliže samotný materiál nepoukazuje na jakékoliv nespojitosti na mezi kluzu a zatížení zůstává konzistentní na jmenovité hodnotě, je deformační rychlost $\dot{\epsilon}_{L_e}$ a deformační rychlost odhadnuta ze zkoušené délky $\dot{\epsilon}_{L_c}$ podobné. Rozdíl může existovat, pokud materiál vyznačuje nespojitosti nebo pilovitý průběh na mezi kluzu a nebo materiály, které vykazují pilovitý průběh závislosti zatížení na mezích kluzu nebo pokud v průběhu testu nedochází ke tvorbě krčku. Pokud konzistentní zatížení neustále roste je možná aby deformační rychlost byla nižší než deformační plánovaná rychlost v důsledku poddajnosti zkušebního zařízení. Zkušební rychlost musí taktéž splňovat:

- a) Pokud není stanoveno jinak, je možnost pokračovat až do napětí rovnající se polovině očekávané meze kluzu tělesa a jakoukoliv vhodnou metodu zkoušení. Nad touto mezí a pro stanovení R_{eH} , R_p nebo R_t se musí použít předepsaná deformační rychlost R_{eH} . Opět je nutnost v tomto rozsahu za účelem eliminování vlivů poddajnosti zkušebního stroje a správného řízení pomocí deformační rychlosti, použít průtahoměr, který je zachycený na zkušebním tělese. [8]
- b) V průběhu nespojitosti na mezi kluzu je doporučeno využít metodu deformační rychlosti odhadnuté ze zkoušené délky $\dot{\epsilon}_{L_c}$. V dané oblasti není možnost řízené deformační rychlosti za pomoci použití průtahoměru uchyceného na zkušebním tělese, protože u lokálního plastického kluzu je možnost docházení mimo měřenou délku průtahoměru. Požadovaná deformační rychlost je odhadnuta z délky zkoušky,

kteřá lze v dané oblasti odhadnout a udržet dostatečně přesně její pomocnou konstantní rychlost posuvu příčnicku v_c .

$$v_c = L_c \cdot \dot{\epsilon}_{L_c}$$

kde je:

$\dot{\epsilon}_{L_c}$ deformační rychlost odhadnutá ze zkoušené délky,

L_c zkoušená délka.

- c) V pásmu, které pokračuje po R_p nebo R_t či ukončení nespojitosti na výrazné mezi kluzu, lze použít $\dot{\epsilon}_{L_e}$ nebo $\dot{\epsilon}_{L_c}$. Aby bylo možné se vyhnout všem problémům řízení rychlosti, které mohou nastat v případě, že se krček tvoří mimo měřenou délku průtahoměru, se doporučuje používat $\dot{\epsilon}_{L_c}$.

Během změny na jinou deformační rychlost nebo dalšího řídicího programu, není žádná závislost mezi napětím a deformací, takže nemůže docházet ke vzniku jakýkoliv nespojitostí, které by jakkoliv upravovaly hodnoty R_m , A_g či A_{gt} . Daný vliv lze pouze snížit s vhodnou změnou mezi rychlostmi. Samotný tvar závislosti mezi napětím a deformací v pásmu deformačního zpevnění poukazuje na možnost, ovlivnění deformační rychlosti. [8]

6.3.2 Deformační rychlost při stanovení horní meze kluzu

Deformační rychlost $\dot{\epsilon}_{L_e}$ se musí do dosažení a stanovení R_{eH} nebo R_p či R_t udržovat co nejvíc konzistentní úroveň. Při rozdělení těchto materiálových zkoušek musí mít deformační rychlost $\dot{\epsilon}_{L_e}$ jednu z následujících dvou rozsahů: [8]

Rozsah 1: $\dot{\epsilon}_{L_e} = 0,000\ 0,7^{-1}$ s relativní mezní úchytkou $\pm 20\ \%$,

Rozsah 2: $\dot{\epsilon}_{L_e} = 0,000\ 25^{-1}$ s relativní mezní úchytkou $\pm 20\ \%$ (většinou se doporučuje využít tato hodnota). [8]

6.3.3 Deformační rychlost při stanovení dolní meze kluzu

Při zaznamenání horní meze kluzu, je potřeba udržovat do ukončení zkoušky nespojitosti na výrazné mezi kluzu deformační rychlost odhadnutou ze zkoušené délky $\dot{\epsilon}_{L_e}$ v jednu ze dvou předem specifikovaných rozsahů:

Rozsah 2: $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0,000\ 25^{-1}$ s relativní mezní úchytkou $\pm 20\ \%$ (doporučuje se využít v případech výpočtu R_{eL}),

Rozsah 3: $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0,002^{-1}$ s relevantní mezní úchytkou $\pm 20\ \%$.

6.3.4 Deformační rychlost při stanovení meze pevnosti v tahu R_m

Po stanovení požadované vlastnosti u výrazné nebo smluvní meze kluzu, musí být rozhodnuto o deformační rychlosti ze zkoušené délky $\dot{\epsilon}_{L_e}$ a provést změnu na jedné ze specifikovaných rozsahů.

Rozsah 2: $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0,000\ 25^{-1}$ s relativní mezní úchylkou $\pm 20\ %$,

Rozsah 3: $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0,002^{-1}$ s relevantní mezní úchylkou $\pm 20\ %$,

Rozsah 4: $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0,006\ 7^{-1}$ s relevantní mezní úchylkou $\pm 20\ %$ (pro $0,4^{-1}$ min s relevantní mezní úchylkou, zároveň se doporučuje použít danou hodnotu, pokud není předem jakkoliv stanoveno). [8]

6.4 Zkušební rychlost vycházející z napěťové rychlosti

V závislosti na povaze použitého materiálu musí zkušební rychlost odpovídat následujícím požadavkům. V případě, že není předem stanoveno jinak, lze do napětí odpovídající polovině specifikované výrazné meze kluzu využít všechny vyhovující rychlosti zkoušení, kdy zkušební rychlost nad daným bodem je níže specifikování. [8]

Zároveň při určení vlastnosti na výrazné mezi kluzu není důvod u této metody jakkoliv udržovat nebo se snažit o řízení konstantní napěťové rychlosti pomocí uzavřených smyček v zátěži, stačí jen nastavit správnou rychlost posuvu příčnicku takovým způsobem, aby bylo dosaženo pružné části oblasti pro plánované napěťové rychlosti. Pokud v průběhu zkoušky u zkušebního vzorku začne docházet k plastickému kluzu nebo poklesne její napěťová rychlost, existuje možnost získávání záporných hodnot, u kterých vzorek začne vykazovat nespojitosti na výrazné mezi kluzu. [8]

6.4.1 Výrazné a smluvní meze kluzu

U horní meze kluzu je samotná rychlost posuvu příčnicku stroje nutná udržovat. pokud je možnost konstantního posuvu při odpovídajících mezích napěťových rychlost. Kde typické materiály s modulem pružnosti pod 150 000 MPa může být hořčík, titan nebo slitiny hliníku a materiály s pružnostním modulem nad 150 000 MPa jsou různá kujná železa, wolfram ocel. [8]

Tabulka 9. Napěťová rychlost – vlastní zdroj [8]

Modul pružnosti materiálu E MPa	Napěťová rychlost R MPa·s ⁻¹	
	Min	Max
150 000	2	20
150 000	6	60

Pokud je stanovena pouze dolní mez kluzu, deformační rychlost v průběhu plastického kluzu ve zkušební délce zkušebního tělesa je stanovena rychlost v rozmezí $0,000\ 25\ \text{s}^{-1}$ a $0,002\ 5\ \text{s}^{-1}$. U zkoušené délky, pokud je možnost, zajistit dodržení konstantní deformační rychlosti, ale jestli není možnost přímé regulace rychlosti, musí se před počátkem plastického kluzu nastavit fixní regulaci napěťové rychlosti a zároveň nastavení zařízení zůstane do konce plastického kluzu nepozměněno. [8]

6.4.2 Smluvní mez kluzu

Je rychlost posunu příčnicku stroje v jeho pružné oblasti a pokud je to v možnostech stroje udržovat konstantní a v mezích shodnou napěťovou rychlost dle tabulky 9. Daná rychlost posuvu příčnicku musí být udržována až do doby dosažení smluvní meze kluzu (neřeší se, zda probíhá plastické nebo celkové prodloužení za měřených průtahoměrem). V průběhu zkoušky nesmí být překročena hodnota deformační rychlosti $0,002\ 5\ \text{s}^{-1}$.

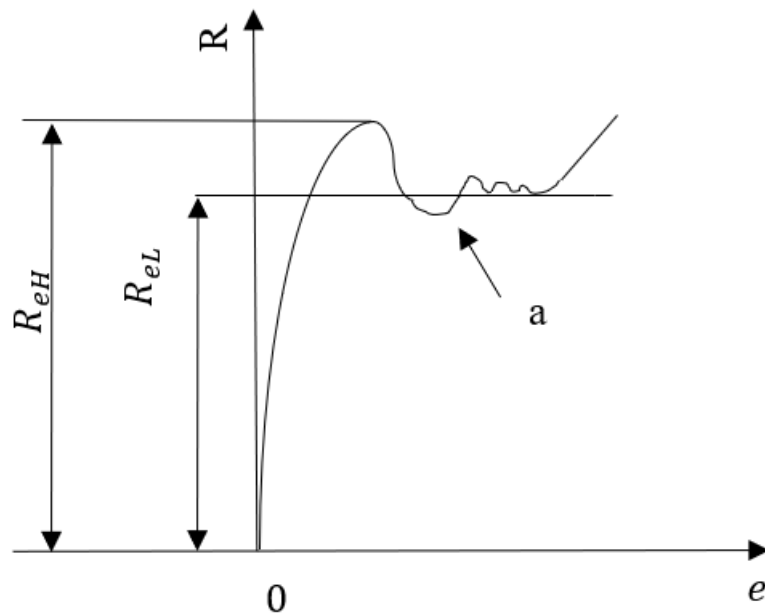
Samotná rychlost příčnicku spočívá v možnosti zkušebního stroje, kde pokud není schopen naměřit nebo řídit deformační rychlost, musí být pro dosažení meze kluzu použita rychlost posuvu příčnicku odpovídající napěťové rychlost, která je uvedena v tabulce 9. [8]

6.5 Stanovení horní a dolní meze kluzu

Horní mez R_{eH} lze určit dle závislosti mezi zatížením a prodloužením měřeným pomocí průtahoměru nebo pomocí indikátorů maximálních zatížení, která jsou definována jako maximální hodnoty napětí z předcházejícího prvního poklesu zatížení. Samotný výpočet hodnoty spočívá v dělení daného zatížení počáteční průřezovou plochou zkušebního tělesa S_0 . [8]

U dolní meze R_{eL} se určuje závislost u zatížení a prodloužení měřené průtahoměrem je jeho nejnižší definovaná hodnota u napětí na plastickém kluzu a zároveň se nesmí vykazovat žádné počáteční přechodové jevy. Získá se pomocí dělení zatížení počáteční průřezové plochy zkušebního tělesa S_0 . [8]

V případě materiálů vykazujících nespojitost v mezi kluzu a nemožnosti stanovení A_e je možno u provozního zkoušení R_{eL} popsat jako nejnižší použitelné napětí v první oblasti 0,25 % pro deformaci po dosažení R_{eH} a zároveň se nebere v potaz žádný počáteční přechodný jev. Po stanovení R_{eL} daným způsobem lze zkušební rychlosti zvýšit podle deformační rychlosti při stanovení dolní meze kluzu nebo podle deformační rychlosti stanovení meze pevnosti v tahu. Při využití těchto postupů se doporučuje zaznamenat veškeré kroky do zkušebního protokolu. [8]



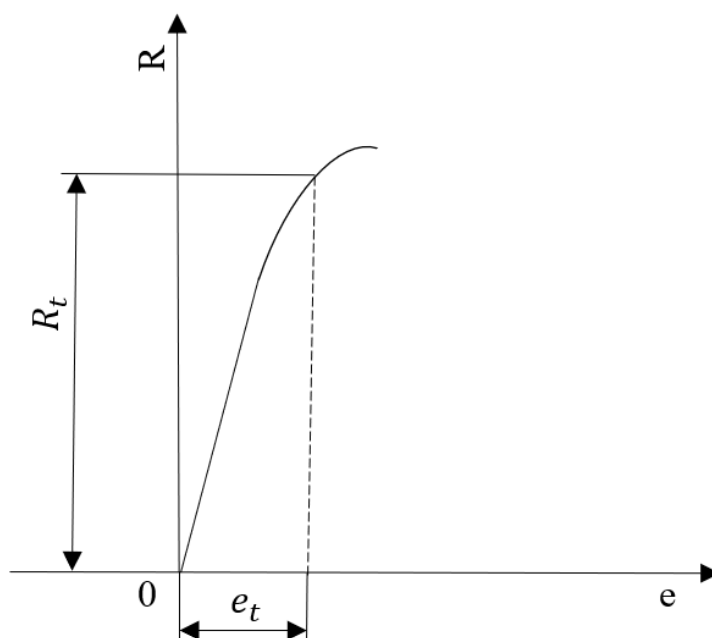
Obr. 8. Příklad horní a dolní meze kluzu – vlastní zdroj [8]

Legenda:

- e prodloužení v procentech měření průtahoměrem
- R napětí
- R_{eL} horní mez kluzu
- R_{eH} dolní mez kluzu
- a počátek přechodového jevu

6.6 Stanovení smluvní meze kluzu

R_t Se určuje ze závislosti zatížení na prodloužení měřené průtahoměrem za pomoci vynesení rovnoběžky souběžné s osou zatížení ve vzdálenosti shodující se s předepsaným procentuálním celkem prodloužení v měřeném průtahoměru. Bod, který se tam nachází je rovnoběžka protínající křivku závislosti, které udává zatížení odpovídající požadované smluvní mezi kluzu. Samotná hodnota je určena dělením daného zatížení počáteční průřezovou plochou zkušebního tělesa S_0 . Danou vlastnost lze taktěž získat bez vynášení měřené závislosti zatížení na prodloužení s pomocí automatických zařízení. [8]



Obr. 9. Smluvní skluz meze – vlastní zdroj [8]

Legenda:

- e prodloužení v procentech měření průtahoměrem
- e_t celkové prodloužení v procentech měřené průtahoměrem
- R napětí
- R_t smluvní mez kluzu, celkové prodloužení měřené průtahoměrem

6.7 Zkušební protokol

Pokud se nedohodne zkušební laboratoř a výrobce zkušebního tělesa jinak, musí zkušební protokol obsahovat následující informace:

- a) *Odkaz na část ISO 6892 rozšířený o informace o zkušebních podmínkách, které jsou specifikované o záznam vybraných podmínek zkoušení např: ISO 6892-1:2016 A224.*
- b) *Identifikace zkušebního tělesa.*
- c) *Specifikace materiálu, je-li známá.*
- d) *Druh zkušebního tělesa.*
- e) *Polohu a směr odběru zkušebních těles, jsou-li známy.*
- f) *Způsob řízení zkoušky a zkušebních rychlostí nebo rozsah zkušebních rychlostí, pokud se liší od doporučených metod a hodnot ve zkušebních rychlostech vycházejících z deformační rychlosti nebo zkušební rychlosti vycházejících z napěťové rychlosti.*
- g) *Zkušební výsledky:*
 - *není-li v normách na výrobky předepsáno jinak, doporučuje se výsledek zaokrouhlovat na následující nebo lepší preciznosti: pevnostní hodnoty v megapascálech na nejbližší číslo,*
 - *hodnoty prodloužení na výrazné mezi kluzu v procentech měřené průtahoměrem A_e na nejbližších 0,1 %,*
 - *kontrakce v procentech Z na nejbližší 1 %. [8]*

6.8 Rozdělení mechanických zkoušek

Druhy mechanických zkoušek se rozdělují podle působení zátěže:

a) zkoušky statické – vyvíjená síla se pozvolna zvyšuje na působící zkušební materiál, kterým se určuje pevnost a tvrdost. Test probíhá v řádu minut, ale u dlouhodobých testů může probíhat až několik let. Typy statických zkoušek:

- tahem, ohybem, tlakem, stříhem, krutem

b) zkoušky dynamické – působená síla rázem na danou velikost objektu po co nejmenší dobu, u únavové zkoušky se neustále střídá celkově zatížení dokonce několikrát během jedné sekundy.

- rázem – působená síla rázem,
- cyklické – neboli únavové zkoušky, které zjišťují kolik cyklů zkoušený materiál vydrží.

c) krátkodobé, dlouhodobé

Dělení dle účinků zatížení působené na zkušební vzorek:

- destruktivní – struktura vzorku byla narušena nebo zničena
- nedestruktivní – nedochází k vizuální změně zámku ani rozměru, struktury či chemického složení, které po vniknutí do zabezpečeného prostoru může zanechat jakékoliv stopy.

Podle teploty:

- normální,
- vyšší,
- snížené.

d) zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu neboli ověření materiálové tvrdosti:

- Zkouška podle Brinella – Test tvrdosti podle Brinella se používá k měření tvrdosti na větších plochách vzorků, zvláště užitečná je pro odlitky a výkovky, které mají drsný povrch nebo mikrostrukturu příliš hrubou pro jiné metody zkoušení tvrdosti. Brinellova zkouška se často provádí s velkým zkušebním zatížením (500 až 3000 kgf) a 10 mm širokým vnitřním tělískem, takže výsledné odsazení průměruje většinu s nekonzistentností povrchových a podpovrchových ploch.
- Zkouška podle Rockwella – Testování tvrdosti podle Rockwella je nejčastěji používanou metodou pro stanovení povrchové tvrdosti materiálu a většinou je využívána pro kalené materiály.
- Zkouška podle Vickerse – spočívá ve vtlačování diamantového tělesa do zkušebního materiálu pod úhlem 136° mezi protilehlé strany testovaného tělesa. Metoda se většinou používá pro malé části, tenké materiály.

6.9 Mechanické statické zkoušky

Mechanické statické zkoušky jsou jednou ze základních mechanických zkušebních metod při určování pevnosti materiálu. Materiál je postupně a systematicky zatěžován bez silových nárazů, a to jednou nebo mnohonásobně. Základní zkouškou je test pevnosti, kde materiálová pevnost je definována největším působeným napětím, dokud nedojde k rozdělení (např. přetržením) testovacího vzorku na dvě nebo více částí. Mechanické statické zkoušky se rozdělují podle působení sil na zkoušky:

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

6.10 Zkouška Rockwellovou metodou

Test Rockwell se obecně provádí snáze a je přesnější než jiné typy metod zkoušení tvrdosti. Metoda zkoušky Rockwell se používá u všech kovů, s výjimkou stavu, kdy by zkušební kovová struktura nebo povrchové podmínky představovaly příliš mnoho variací, kde by odsazení bylo pro aplikaci příliš velké nebo pokud velikost či tvar vzorku jeho použití zakazuje. [14]

Metoda Rockwell měří trvalou hloubku vrubu vyvolanou silou/zatížením. Nejprve se na vzorek použije předběžná zkušební síla (obvykle označovaná jako předpětí nebo menší zatížení) pomocí diamantového kuželu nebo ocelové kuličky. Toto předpětí prorazí povrch, aby se snížily účinky povrchové úpravy. Po udržení předběžné zkušební síly po stanovenou dobu setrvání se změří hloubka zářezu základní linie. [14]

Po předběžném načtení se udělí další zatížení, které vyvolá hlavní zatížení, aby se dosáhlo celkového požadovaného zkušebního zatížení. Síla je držena po předem stanovenou dobu neboli doba setrvání, aby se umožnilo zotavení testovaného vzorku. Toto hlavní zatížení se poté uvolní a vrátí se k předběžnému zatížení, kde po opětovném udržení předběžné zkušební síly po stanovenou dobu setrvání se změří konečná hloubka vtlačení. Hodnota tvrdosti podle Rockwella je odvozena z rozdílu ve výchozím a konečném měření hloubky. Samotná vzdálenost je následně převedena na číslo tvrdosti. [14]

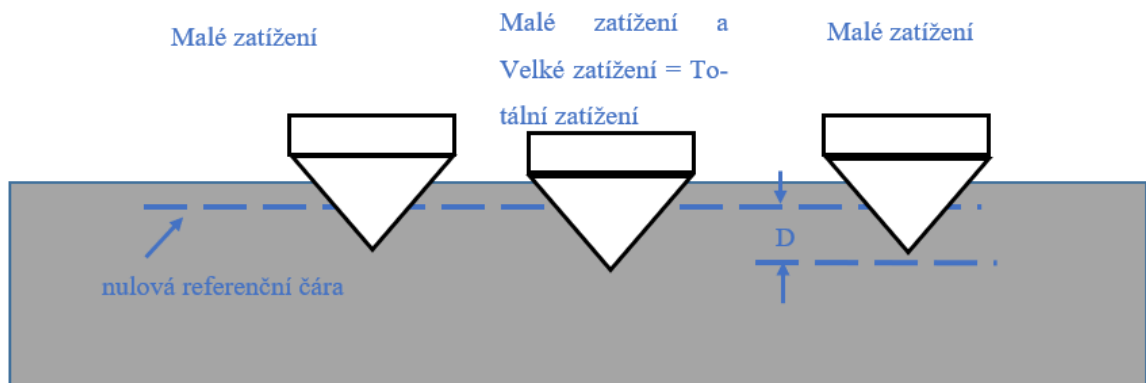
Ilustrace zkušební metody:

A = hloubka dosažená diamantovým kuželem po aplikaci předpětí (menší zatížení)

B = poloha vnitřního zatížení během celkového zatížení

C = konečná poloha dosažená hrotem po elastickém zotavení materiálu vzorku

D = měření vzdálenosti představující rozdíl mezi polohou předpětí a pozicí hlavního nákladu. Vzdálenost se používá pro výpočet tvrdosti podle Rockwella.



Obr. 10. Ilustrace Rockwellovy metody [14]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 OVĚŘENÍ MATERIÁLOVÉ TVRDOSTI

Rockwellova metoda patří mezi zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu ve zkouškách odolnosti kovu a je jednou z důležitých zkoušek, která zjišťuje, jaké mají materiály vlastnosti a odolnosti. V průběhu zkoušky je působeno rovnoměrné a postupné zatěžování materiálu pomocí vnějších sil ke vzniku lomu. Podle samotné struktury zlomu je možnost určení zařazení materiálu mezi křehké nebo houževnaté. Výsledek Rockwellovy metody slouží jako určující faktor při hodnocení jakosti materiálu nebo doporučuje vhodný materiál při provozním namáhání pro dané podmínky. Zároveň slouží jako statistická pomůcka určující odolnost zabezpečení požadované normou EN 1627. [8,17]

V průběhu mechanických zkoušek se zároveň v průběhu Rockwellovy metody využívají jednotlivé typy technologických zkoušek, které se používají k posouzení, jestli je možnost u daného materiálu určité technologické operace jako jsou např: obrábění, kování, svařování nebo povrchové úpravy atd. Taktéž mezi nejčastější zkoušky patří určení slévárenských vlastností např: zabíhavost a smršťení, zkoušky svařitelnosti, tvářitelnosti za tepla nebo studena. [8]

7.1 Test rezistence výrobku

U každého výrobku provedení testu odolnosti má své důvody, protože každý výrobek musí být přizpůsoben všemožným požadavkům, kde každý jednotlivý požadavek má svůj specifický účel. Toto určení platí ve všech různých odvětví průmyslu, kde mechanické a bezpečnostní technologie nejsou výjimkou. Obzvlášť je nutné klást velký důraz na samotnou odolnost proti mechanickému a fyzickému překonání u mechanických zábranných systému, Jednotlivé testování různých metod či postupů proti překonání musí být náročné s co největší přesností hodnocení pro dané produkty ve všech mezích MZS. Proto je podstatné se zaměřit na testování jednotlivých výrobků v laboratorních prostorech při stále teplotě, ale i při jiných (venkovních) teplotách. Proto je nutnost provést zkoušky na produktech nejen v laboratoři, ale v teplotách, ve kterých se má v praxi vyskytovat. [17]

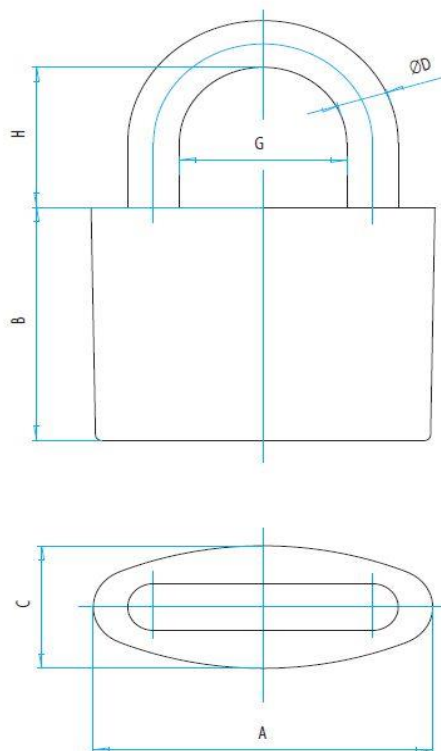
8 ZKUŠEBNÍ VZORKY VISACÍHO ZÁMKU FAB 30H/38

Zkušební vzorky použité v praktické části pochází od České firmy FAB s.r.o., která je součástí Švédského koncernu ASSA ABLOY. Důvod zvolení daného typu zámku je zvýšená ochrana proti řezání, stříhání a úderu kladiva. Materiál třmenu visacího zámku je z ocele s jednostranným jištěním o průměru 6 mm. Při odemčení mechanického systému je vysunut třmen se schopností otáčení se kolem své osy (360°). [17,15]

Zkušební vzorek visacího zámku FAB 30H/38 pro Rockwellovu metodu. Třmen visacího zámku je vyroben z oceli s pozinkovanou úpravou. Tělo visacího zámku je vyrobeno z litiny a povrchová úprava zámku je z modrého komaxitu. Uvnitř visacího zámku je bezpečnostní cylindrická vložka, s využitím jako ochrana vstupních prostor. [17,15]



Obr. 11. Zkušební vzorek – visacího zámku FAB 30H/38 [15]



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

Obr. 12. Technické schéma a rozměry visacího zámku FAB 30H/38[15]

9 ZKOUŠKA TVRDOSTI MATERIÁLU PŘÍSTROJEM ZWICK 1456

Provedení samotné zkoušky proběhlo na zkušebním stroji ZWICK 1456 pro nízká a vysoká zatížení se softwarem testXpert pro měření a řízení s pomocí digitálních technologií. Stroj má možnost provedení různých druhů zkoušek např: v tahu, tlaku, ohybu nebo cyklickém namáhání. Přístroj je řízen pomocí elektroniky testControl a počítač s pomocí softwaru testXpert, který plně zajišťuje automatizovaný průběh měření zkoušky, zpracování naměřených hodnot a vizualizaci. Dalším komponentem v přístroji je stojan upínacího zařízení, kdy pomocí použití různých upínacích přípravků můžeme provádět zkoušky různých vzorků a materiálů. Součástí přístroje jsou dva snímače síly, jeden do 2,5 kN a druhý do 20 kN. Zároveň je možnost využití teplotní komory pro měření při rozdílných teplotách. Přístroj je vybaven extenzometrem pro přesnější měření modulu pružnosti. Software testXpert pomáhá s provedením veškerých výpočtů, které provádí automaticky a výsledky rovnou zapisuje do tabulek nebo grafů dle naměřených hodnot. [17]

9.1 Technické parametry přístroje ZWICK

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



Obr. 13. Zkušební systém Firmy Male ZWICK 1456

9.2 Program TestXpert II

V zařízení ZWICK 1456 je předposlední verze softwaru přesněji software TestXpert II, který pomáhá s určením zkušebních materiálů a využívá aktuální softwarové technologie. TestXpert II je pro samotné uživatele velice jednoduchý na pochopení zároveň flexibilní, spolehlivý, příjemný na ovládání, výkonný a intuitivní. Firma uvádí, že díky bohatým zkušenostem se zkoušením materiálů a s aplikační technikou, které získali

v průběhu několika desetiletí ve spolupráci se zákazníky z nejrůznějších oborů jsou garancí spolehlivosti výrobků a služeb. Zároveň se výrobce ZWICKU zaručuje aktuálními technologiemi a postupy díky aktivní spolupráci s mnoha výbory stanovení norem. Uvádí, že software testXpert je ideální 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. Díky Master programu je práce se softwarem testXpert II o mnoho snadnější na ovládání pro různé typy testování. Všechny standardní zkušební předpisy jsou již samozřejmě optimálně přizpůsobeny dané terminologii, která se používá v konkrétním odvětví. [17]

10 NÁVRH NA PROVEDENÍ ROCKWELLOVY METODY

Provedení Rockwellovy metody použité na třmenový systém visacích zámkových systémů. Cílem měření zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu bylo poměrné protlačení třmenového systému. K provedení Rockwellovy metody bylo použito zkušebních vzorků visacích zámků FAB 30H/38. Celá zkouška byla provedena s osmi vzorky visacího zámků FAB 30H/38, které jsou zdokumentovány a popsány níže. Na zkušebním tlačícím zařízení ZWICK 1456 byla provedena zvláštní technická zkouška tvrdosti materiálu při určité teplotě. [17]

10.1 Postup měření Rockwellovy metody v laboratorních podmínkách

Měřicí přístroj typu ZWICK 1456 je připojen k počítači, ze kterého zároveň probíhá aktivace přístroje. Po otevření softwaru testXpert jsou nastaveny hodnoty softwaru pro zvláštní technickou zkoušky tvrdosti materiálu (Rockwellova metoda), zároveň je založena složka, kde se budou ukládat naměřené hodnoty pro jednotlivá měření. Snímač síly je propojen s programem, ve kterém se nastaví na typ prováděné zkoušky a potřebné parametry pro měření (podoba a průběh grafu, jakým způsobem a jak často bude probíhat zapisování měřených hodnot a zobrazení těchto dat). Jak už bylo zmíněno je nutné nastavit dráhu průsečíků, po které se bude pohybovat, jestli bude klesat (tlačit) či stoupat (trhat). V našem případě nastavení stroje bylo na klesání z důvodu využití Rockwellovy metody. Software nám dává možnost nastavení celkové velikosti působených sil a jakým způsobem bude působit s maximální hodnotou 24 kN. Upevníme visací zámek do čelistí proti vytržení, tyto čelisti musí být vhodné pro daný zkušební vzorek, při výběru nevhodných čelistí může dojít k poškození vzorku ještě před začátkem zkoušky. Po usazení zkušebního tělesa v našem případě tělo visacího zámků, byla provedena kontrola, zda je vzorek dostatečně upevněn a nejeví známky volnosti. Důvodem kontroly je, že při špatném uchycení zkušebního vzorku vznikají odchylky, které mohou výrazně ovlivnit výsledky měření a způsobit nepřesnosti v měření u zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu. [17]

Zároveň se musí počítat s tím, že měření může probíhat delší dobu, protože vzorek mohl při manipulaci ztratit část své získané teploty ať už chlazením nebo zahřátím. Vzorky použité ve zkoušce při nízké teplotě byly zchlazeny na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzorky, které byly zchlazeny vykazovaly vyšší odolnost vůči zatížení, oproti vzorkům testovaných v konstantní teplotě a delší dobou proražení v inkriminovaném místě. Nastavení konzistentní rychlosti zatížení vzorku visacího zámků pomocí hrotu testovacího přístroje je nastavena na 5,8 mm/min při

pokožkové teplotě a u zchlazeného vzorku 1,01 mm/min. Nastavení hrotu do počáteční polohy vhodné pro měření pomocí manuálního posuvu přičníku. Do programu vložíme aktuální polohu přičníku, kterou následně odečteme z pravého sloupku. Zároveň byla nastavena výchozí pozice diamantového hrotu hodnotou L_0 a kruhový průřez S_0 testovaného tělesa. Pomocí stisku klávesy 0 nebo F2, popřípadě s pomocí myši přímo v programu testXpert vynulujeme hodnotu síly, kterou měří sonda. [17]

Připravený stroj pro Rockwellovu metodu spustíme pomocí aplikace testXpert. V průběhu zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu jsou s pomocí záznamového zařízení zapisovány velikosti působících sil na třmen zkušební vzorku, které jsou následně zapsány jako celková závislost zatížení [N], celkový průnik hrotu do třmene zámku [mm] a závislost napětí [MPa]. V průběhu zkoušky je vykreslován graf napětí závislosti na poměrné deformaci vzorku. Výstupem zkoušky bude pracovní diagram a naměřené hodnoty vzorků. Průběh zkoušky je měřen při konstantní pokojové teplotě v rozmezí od 10 °C do 35 °C a u vzorku, které byli zchlazeny před zkouškou na hodnotu -18 °C. Pro provedení zkoušky byla provedena jednotlivá zpracování a validace získaných informací pomocí Rockwellovy metody. U mezivýsledků není potřeba samostatného zapisování, protože naměřené hodnoty jsou automaticky zapisovány softwarem testXpert do předem určené složky. Bez zaznamenaných naměřených výsledků neexistuje možnost určení deformačního zlomu zámku. [17]

Po ukončení měření, byla potřeba zdokumentovat jednotlivé zkušební vzorky a jakým způsobem dopadl testovaný vzorek (bod zlomu). Vzorky po ukončení zkoušky byly natolik znehodnoceny, že nebylo možné provádět opakování zkušební metody. Naměřené hodnoty u Rockwellovy metody poukázali na deformaci tělesa (zlom) u třmenu visacího zámku už při zatížení síly F [N] 2000, který je z mechanického hlediska funkčnosti uzamykacího systému visacího zámku podstatným mechanismem. [17]

10.2 Vyhodnocení naměřených hodnot

Pomocí provedených zkoušek a naměřených hodnot můžeme vyvodit výsledky, které jsou doloženy pomocí naměřených údajů z průběhu zkoušek.[17]

Z naměřených hodnot získaných v průběhu testování jsou vytvořeny potřebné grafy pro jednotlivé zkoušky. Získané hodnoty, které byly získány dle zadaných požadavků je možné plně využít v práci. Měření probíhalo ve školních prostorech, které byly plně dostačující pro

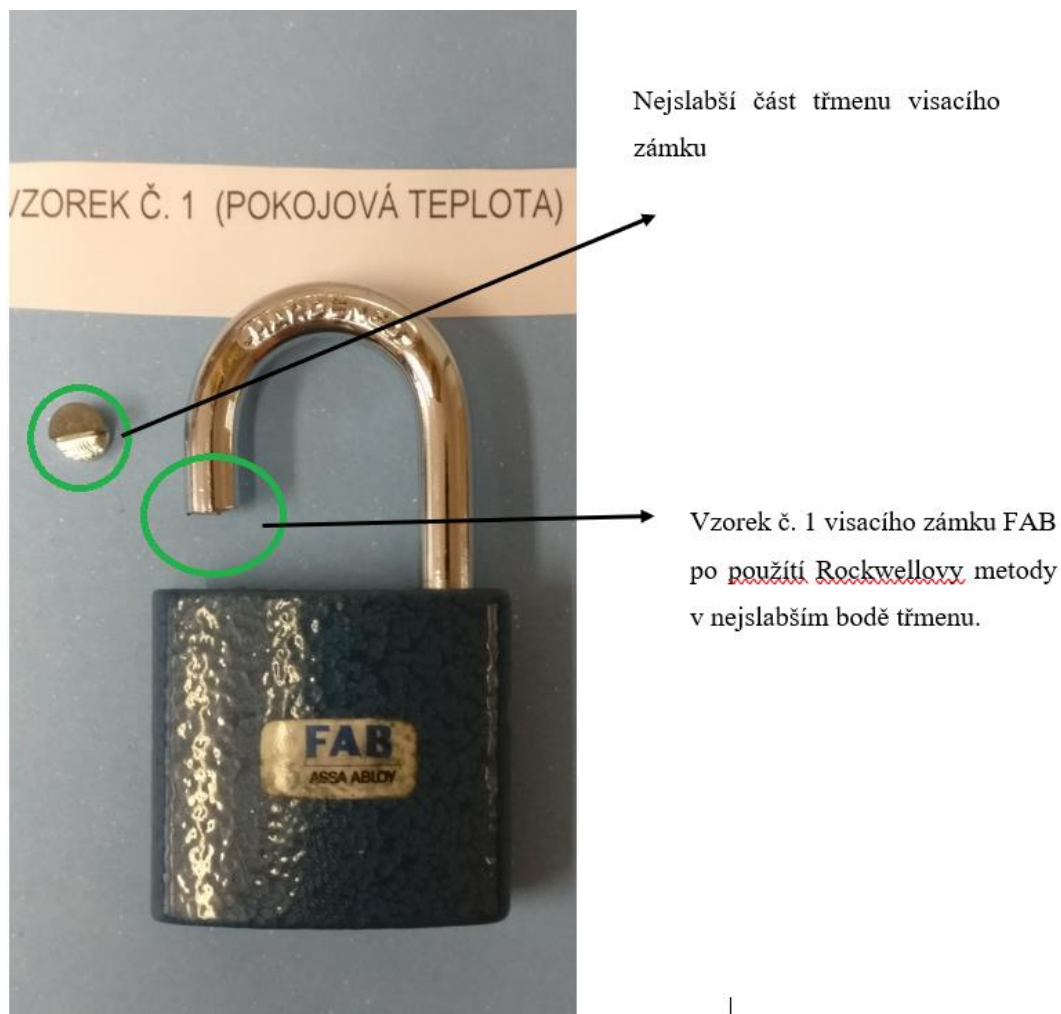
splnění zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu (Rockwellova metoda), která dostatečně informuje o rezistenci visacích třmenových zámků. Samotná rezistence, která je uvedena pro zvláštní technické zkoušky tvrdosti materiálu slouží jako statistický údaj. [17]



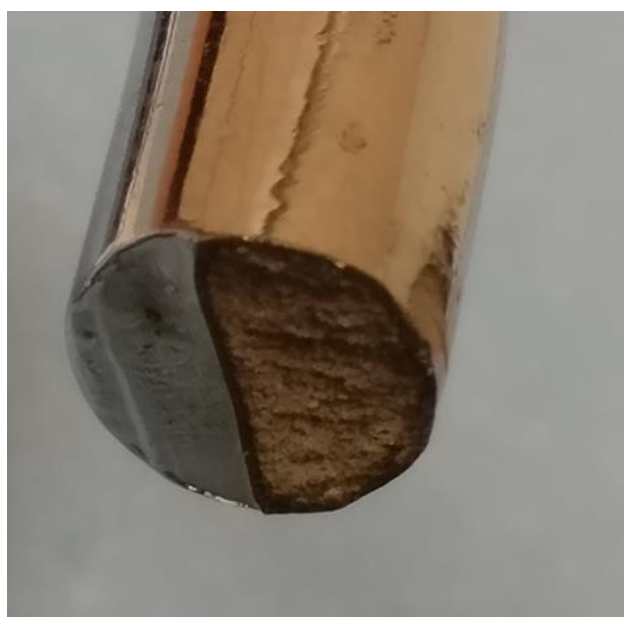
Obr. 14. Vzorový zkušební vzorek třmenového visacího zámku FAB 30H/38

Dokumentace všech testovacích zámků pro Rockwellovu metodu slouží k ukázce, jakým způsobem a v jakých místech byly testovací vzorky překonány. Ve všech případech se jednalo o třem visacího zámku.[17]

Rockwellova metoda byla aplikována na třmen visacího zámku, který je nejdůležitějším místem zámku. Na obrázku 15. je viditelný zlom v nejslabší části třmenu. Dosažená síla při vzniku zlomu ve třmeni bylo 2000 N a normou ČSN EN 12320 je síla stanovena na 4420 N. Na obrázku 16. je detailně zobrazen bod zlomu vzorku č. 1, kde je vidět struktura a povrch zlomu. [17]



Obr. 15. Vzorek č. 1 třmenového visacího zámku při pokojové teplotě



Obr. 16. Detail bodu zlomu vzorku č. 1

Testovací vzorek č. 2 zobrazený na Obr 16. byl rovněž testován při konzistentní pokojové teplotě, kdy je opět viditelný zlom třmenu zámku ve stejné oblasti jako u předchozího vzorku. Působení tlaku na třmen způsobilo jenom částečné odlomení uzamykacího systému, přesto byl vzorek opět překonán při využití síly 2000 N.



Obr. 17. Vzorek č. 1 třmenového visacího zámku při pokojové teplotě

Obrázek 18. podrobně ukazuje další typ možného přetržení u vzorku č. 2, který má oproti předešlému vzorku jinou odlišnou strukturu. Struktura u prvního vzorku byla hladšího rázu oproti druhému vzorku, který má nerovný povrch.



Obr. 18. Detail bodu zlomu vzorku č. 2

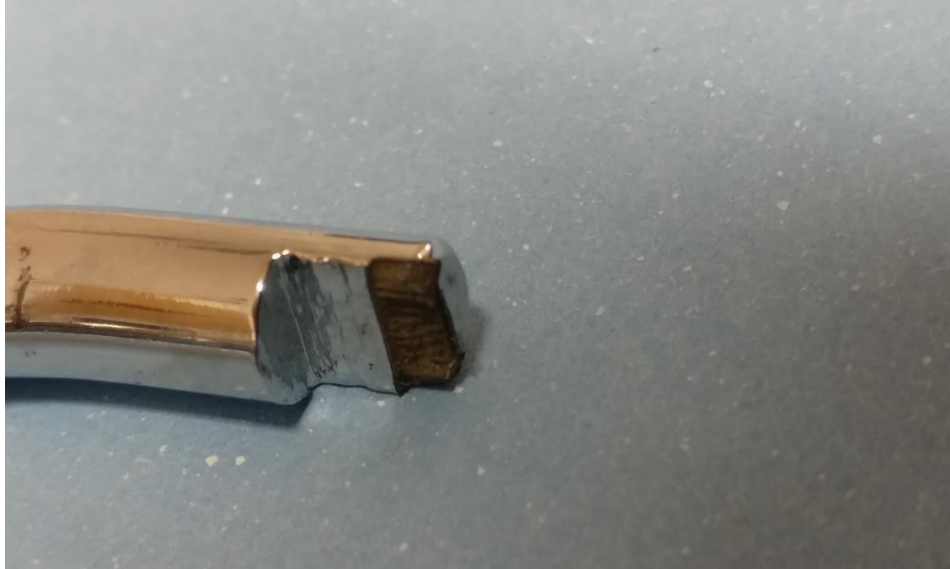
Vzorek č. 6 (obr. 19.) byl testován při snížené teplotě (- 18 °C), kdy je opět viditelný zlom třmenu zámku ve stejné oblasti jako v předchozích vzorcích. Působení tlaku na třmen způsobilo jenom částečné odlomení uzamykacího systému, přesto byl vzorek překonán při využití síly 2000 N.



Vzorek č. 6 visacího zámku FAB po použití Rockwellovy metody v nejslabším bodě třmenu

Obr. 19. Vzorek č. 6 třmenového visacího zámku při nízké teplotě

Na obrázku 20. je zobrazený zlom vzorku 6, který má podobnou strukturu bodu zlomu jako u zkušebních vzorků za pokojové teploty, ale vzorky zchlazené na nízkou teplotu vykazují podobný profil s hladší strukturou.



Obr. 20. Detail bodu zlomu vzorku č. 6

Obrázek 21. neboli testovací vzorek číslo 7 byl testován ve zchlazeném stavu na hodnotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. U tohoto vzorku proběhlo kompletní odlomení v nejslabším místě třmene zámku.

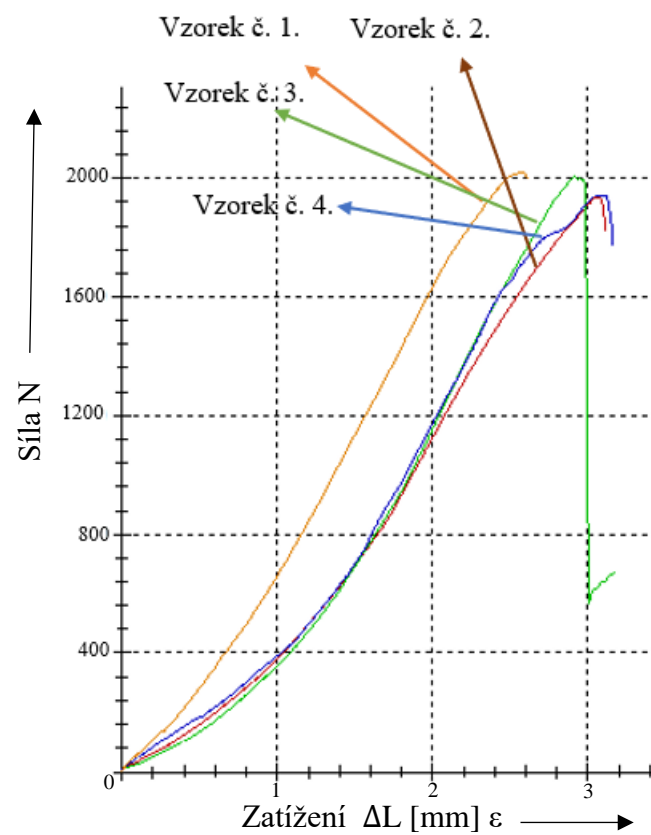


Obr. 21. Vzorek č. 7 třmenového visacího zámku při nízké teplotě



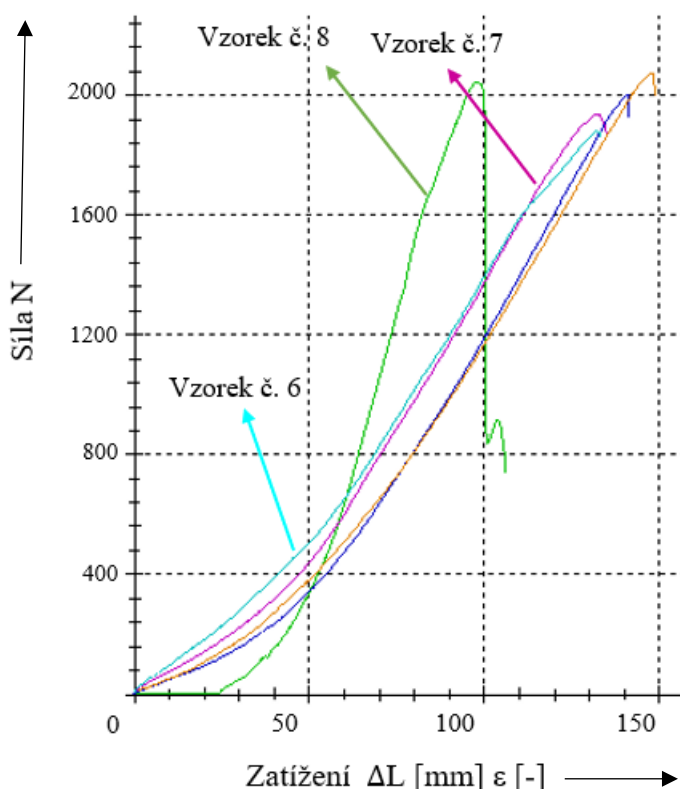
Obr. 22. Detail bodu zlomu vzorku č. 7

Na obrázku 22 je detailní záběr zlomu, který zobrazuje jemnost a konzistentnost u daného vzorku.



Graf 1. Grafický průběh testovaných vzorků při pokojové teplotě

Graf č. 1 fázového diagramu popisuje průběh zkoušky, kde je zaznamenáno rovnoměrné působení sil na zkušební vzorky č. 1 až č. 4 visacího zámku. Působená síla na jednoosém napětí konzistentně stoupá, až do doby vzniku lomu na vzorku při Rockwellově metodě třmen zámkového systému. Na zaznamenané síle je možnost pozorovat rovnoměrné a konzistentní zvyšování síly až do bodu zlomu. K deformačnímu zlomu došlo v hodnotě kolem 2010 N u vzorku 1 a 3 a u vzorku 2 a 4 kolem 1920 N na třmenu visacího zámku. [17]



Graf 2. Průběh testovaných vzorků při kladné a záporné teplotě vzorků

Z grafu č. 2 je zřejmé, že vzorky č. 6 a 7, kterým bylo před testováním snížena teplota domku na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vzorek 8, kterému byla původně snížena teplota na hodnotu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, ale díky špatné manipulaci při upevňování do stroje se ohřál na $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zbylé vzorky byly testovány při pokojové teplotě (cca $21\text{ }^{\circ}\text{C}$). U vzorku č. 8 došlo k překonání třmene zámku v hodnotě 2050 N a u vzorků 6 a 7 v hodnotě přibližně 1890 N. [17]

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na využití Rockwellovy metody v mechanických zábranných systémech se speciálním zaměřením na třmenové systémy visacích zámků. V teoretické části jsou podrobně popsány technické normy ČSN EN 12320, ČSN EN 6892-1 a ČSN EN 1627 s popisem rozdělení bezpečnostních tříd a tříd odolnosti v MZS. V praktické části práce je využita Rockwellova metoda, která je jednou ze zvláštních technických zkoušek tvrdosti materiálu neboli ověření materiálové tvrdosti, která je popsána v teoretické části.

Jak již bylo zmíněno, v praktické části práce bylo provedeno testování třmenových systémů visacích zámků, pomocí Rockwellovy metody v laboratorních podmínkách. Veškeré výsledky jsou zdokumentovány pomocí fotografií a jednotlivé naměřené údaje jsou zobrazeny a zaznamenány v grafických výstupech. Zároveň bylo prioritním záměrem zjistit, jaké mají testované vzorky mechanické deformační vlastnosti třmenového materiálu při působení vnějších sil za různých podmínek (tzn. za pokojové teploty a předem ochlazené na specifickou teplotu). Každý materiál se vyznačuje rozdílnou vlastností a způsobem odporu proti deformaci. Pro splnění praktické částí byl využit servohydraulický zkušební stroj ZWICK 1456, kdy zkušebním vzorkem byl třmenový visací zámek.

Zároveň v praktické části bakalářské práce jsou popsány veškeré postupy měření na testovaných vzorcích třmenového visacího zámku s využitím přístroje ZWICK 1456. Na vzorky třmenového visacího zámku byla působena síla F do doby, než se dostavila deformace (zlom) vzorku. V průběhu testování byly využity dvě sady zkušebních vzorků pro měření za konstantní a zchlazené teploty v laboratorním prostředí. Výstupy měření jsou prezentovány pomocí grafů, fotodokumentace vzorků a bodů zlomu způsobené v průběhu zkoušky pro ověření materiálové tvrdosti.

Co se týká inovací a nových vývojových trendů v oblasti visacích zámků je neustále kladen důraz na odolnost třmenových komponentů pomocí využití pevnějších materiálů u nižších bezpečnostních tříd a u vyšších bezpečnostních tříd využití inovací v oblasti elektromechanického zabezpečení. Pod elektromechanickým zabezpečením si můžeme představit zařízení ze skupiny mechanického zabezpečení, které je možno odemkat a zamykat pomocí klíče, ale zároveň je možnost ovládat mechanické zabezpečení pomocí elektromechanismu, kterým se odemyká pomocí čipové či jiné vstupní karty. Z toho důvodu

je v současnosti kladen důraz na vývoj obvodů, které není možno snadno překonat pomocí elektrických impulzů, ale zároveň se daly ovládat pomocí vzdáleného přístupu nebo čipových karet, protože tyto složité obvody mají možnost dálkového odemykání/zamykání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] O'Neill H (1967) The hardness of metals and alloys. Chapman and Hall, London, ISSN 1741-2765
- [2] J.R. Cahoon, W.H. Broughton, A.R. Kutzak, The Determination of Yield Strength from Hardness Measurements, Metall. Trans., 2, 1971, p 1979–1983, ISSN 1741-2765
- [3] P.I. Anderson, “Induction Hardening Response of Ferrite and Pearlite Banded Steel,” MS Thesis T-6083, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, 2005, ISSN 1741-2765
- [4] IVANKA, Ján. Mechanické zábranné systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.
- [5] BÜBL, Michael. *Tajemství zámečnictví*. Rakousko: Vlastní náklad, 2007. ISBN 978-3-95022-13-2-9.
- [6] Dveře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice – Odolnost proti vloupání – Požadavky a klasifikace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [7] Stavební kování - Visací zámky a příslušenství visacích zámků - Požadavky a zkušební metody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [8] Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [9] Locks and Keys. *EXplainthatstuff* [online]. Scottsdale: Starfield TechnologiesStarfield Technologies, 2018 [cit. 2019-08-14]. Dostupné z: <https://www.explainthatstuff.com/yalelock.html>
- [10] Mgvysocin. *Visací zámek, gotický klíč* [online]. Amsterdam: TERENA, 2017 [cit. 2019-08-21]. Dostupné z: https://www.mgvysociny.cz/vismo/galerie2.asp?id_org=450032&id_galerie=8107

- [11] American science surplus. *TACTIX SLIDING BOLT PADLOCK* [online]. Scottsdale: GoDaddy.com, 2018 [cit. 2019-08-21]. Dostupné z: <https://www.scipplus.com/tactix-sliding-bolt-padlock-58081-p>
- [12] Decathlon. [online]. DigiCert, 2017 [cit. 2019-08-21]. Dostupné z: https://www.decathlon.co.uk/master-lock-brass-padlock-with-keys-gold-id_8051706.html
- [13] Lockpistools. *Vidlicové planžety* [online]. Let's Encrypt, 2018 [cit. 2019-08-21]. Dostupné z: https://www.lockpicktools.cz/Vidlicove-planzety-15ks-KLOM-d46.htm?gclid=CjwKCAjwg-DpBRBbEiwAEV1_-KI-CiyOriR35YKBrWeb49FTbmI93bwXVrEBsUvVx_B9kNHdvjnA7dxoCnBMQAvD_BwE
- [14] Newage hardness testing. *Rockwell hardness testing* [online]. Amazon, 2019 [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: <https://www.hardnesstesters.com/test-types/rockwell-hardness-testing>
- [15] Novelo. *Visací zámek FAB 30H/38* [online]. DigiCert, 2018 [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: https://www.novelobrno.cz/visaci-zamky/visaci-zamky-na-klic/visaci-zamek-fab-30h-38-354.htm?gclid=Cj0KCQjwhdTqBRDNARIsABsOI9_tfzNLYrNqsogOYvxQXTT9VCWkNbPXNg1g2Wlea97wHUC_2_EDIUaApr6EALw_wcB
- [16] ADSECURITY. *Norma průlomové odolnosti výplní stavebních otvorů a jejich uzávěřů* [online]. [cit. 2019-08-21]. Dostupné z: http://www.adsecurity.cz/katalog/index.php?static_TB=2
- [17] *Validace rezistence třmenového systému visacích zámkových systémů* [online]. Zlín, 2015 [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/33856/rehwaldov%C3%A1_2015_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MZS	Mechanické zábranné systémy
BT	Bezpečnostní třída
RC	Resistence class
EN	Evropská norma
ČSN	Česká technická norma
ISO	Celosvětová standardizační organizace
MPa	Megapascal
N	Newton
°C	Stupně Celsia
kN	Značka pro jednotku síly
L_0	Počáteční délka
Re	Mez kluzu
S_0	Průřezová plocha
ΔL	Prosté prodloužení
mm	milimetr
%	procenta
$\dot{\epsilon}_{L_e}$	deformační rychlosti ze zkoušené délky
L_c	zkoušená délka
R_{eH}	deformační rychlost

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Stupně bezpečnostní třídy dle normy EN 1627	14
Obr. 2. Zkoušení a klasifikace prvků odolných proti vloupání	16
Obr. 3. Replika gotického visacího zámku	29
Obr. 4. Originální zámkový systém od Linuse Yale	30
Obr. 5. Zámek se svorníkovým systémem	31
Obr. 6. Třmenový zámek	32
Obr. 7. Soupravy planžet pro nedestruktivní metodu překonání zámkových systémů	33
Obr. 8. Příklad horní a dolní meze kluzu	40
Obr. 9. Smluvní skluz meze	41
Obr. 10. Ilustrace Rockwellovi metody	45
Obr. 11. Zkušební vzorek – visacího zámku FAB 30H/38	48
Obr. 12. Nákres a rozměry visacího zámku FAB 30H/38	49
Obr. 13. Zkušební systém Firmy Male ZWICK 1456	51
Obr. 14. Vzorový zkušební vzorek třmenového visacího zámku FAB 30H/38	55
Obr. 15. Vzorek č. 1 třmenového visacího zámku při pokojové teplotě	56
Obr. 16. Detail bodu zlomu vzorku č. 1	56
Obr. 17. Vzorek č. 1 třmenového visacího zámku při pokojové teplotě	57
Obr. 18. Detail bodu zlomu vzorku č. 2	58
Obr. 19. Vzorek č. 6 třmenového visacího zámku při nízké teplotě	58
Obr. 20. Detail bodu zlomu vzorku č. 6	59
Obr. 21. Vzorek č. 7 třmenového visacího zámku při nízké teplotě	59
Obr. 22. Detail bodu zlomu vzorku č. 7	60

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Bezpečnostní třídy RC	11
Tabulka č. 2 Sady náradí a doba průlomové odolnosti	12
Tabulka č. 3. Bezpečnostní požadavky	20
Tabulka č. 4. Stanovení maximální střížné síly	24
Tabulka č. 5. Požadovaná doba překonání visacího zámku	27
Tabulka č. 6. Zkouška na visacích zámcích	27
Tabulka č. 7. Zkoušky příslušenství visacích zámků	28
Tabulka č. 8. Hlavní druhy zkušebních těles podle typy výrobku	35
Tabulka č. 9. Napěťová rychlost	39

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Průběh testovaných vzorků při konstantní teplotě	60
Graf 2. Průběh testovaných vzorků při rozdílné teplotě vzorků	61