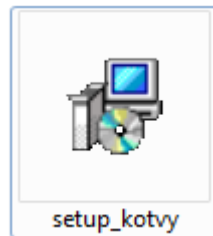


Obsah

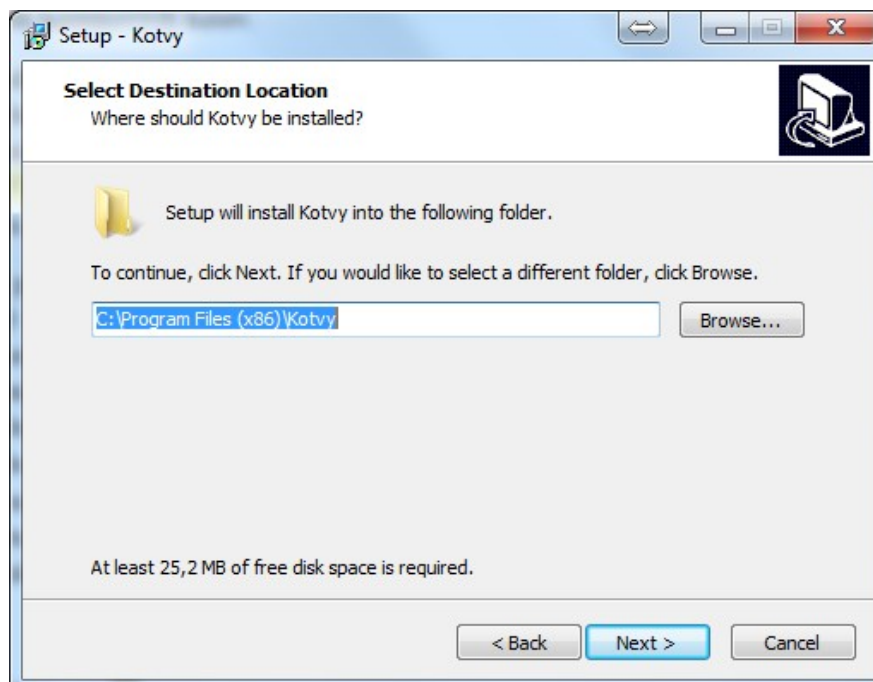
1	Instalace aplikace.....	2
2	Struktura aplikace.....	6
3	Zkušební postup 1.....	9
4	Zkušební postup 2.....	13
5	Zkušební postup 3.....	15
	Literatura.....	19

1 Instalace aplikace

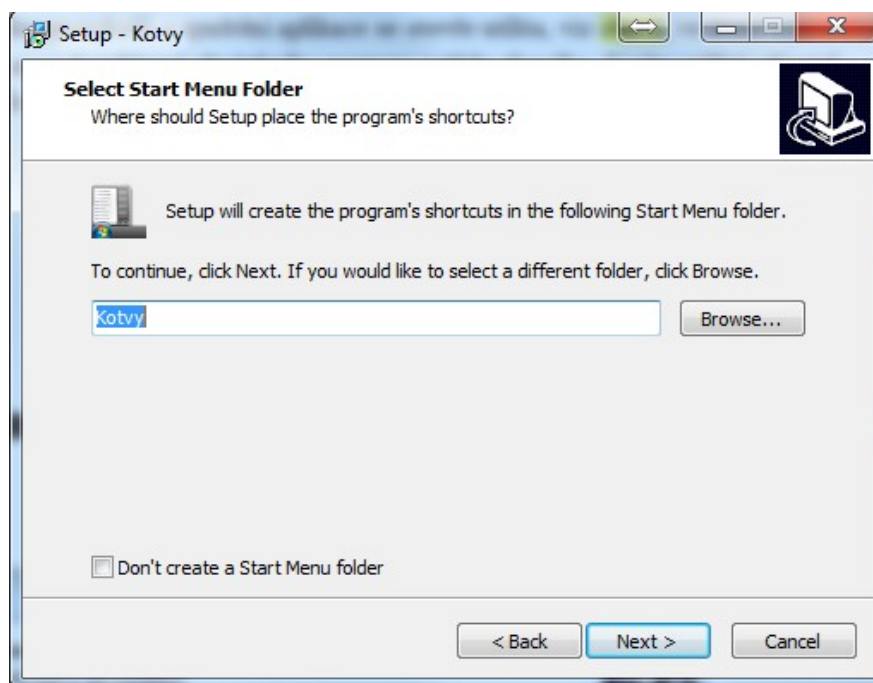
Instalace aplikace se spustí otevřením souboru „setup_kotvy“:



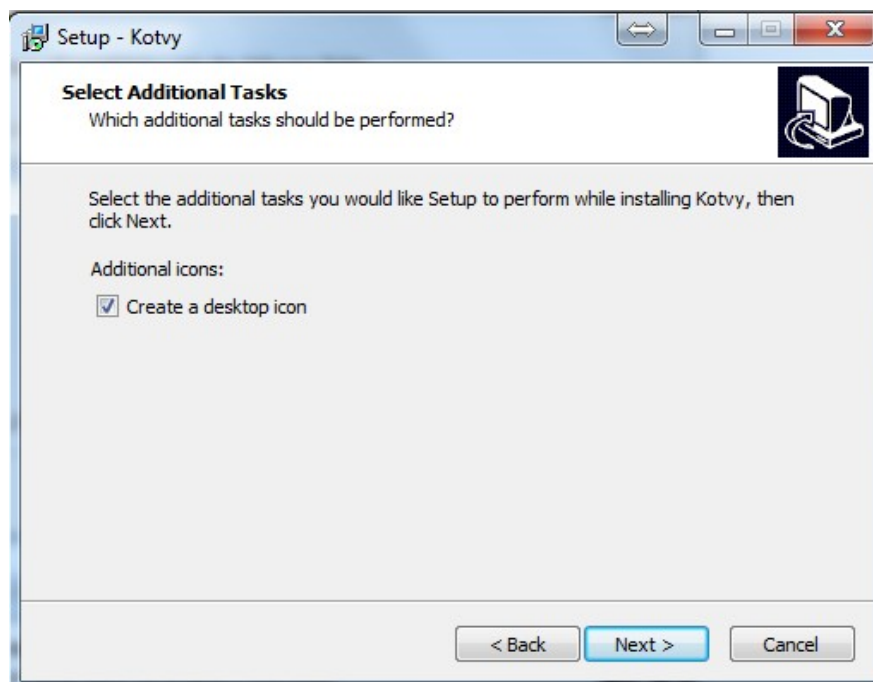
V prvním kroku uživatel vybere umístění, do kterého si přeje aplikaci nainstalovat:



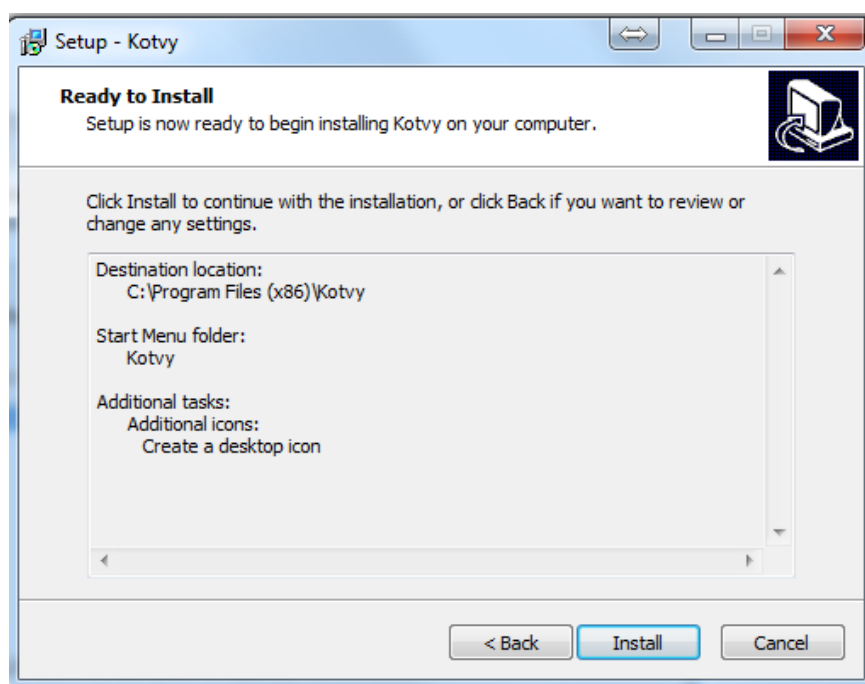
V dalším kroku lze ponechat či zakázat vytvoření složky aplikace v menu Start:



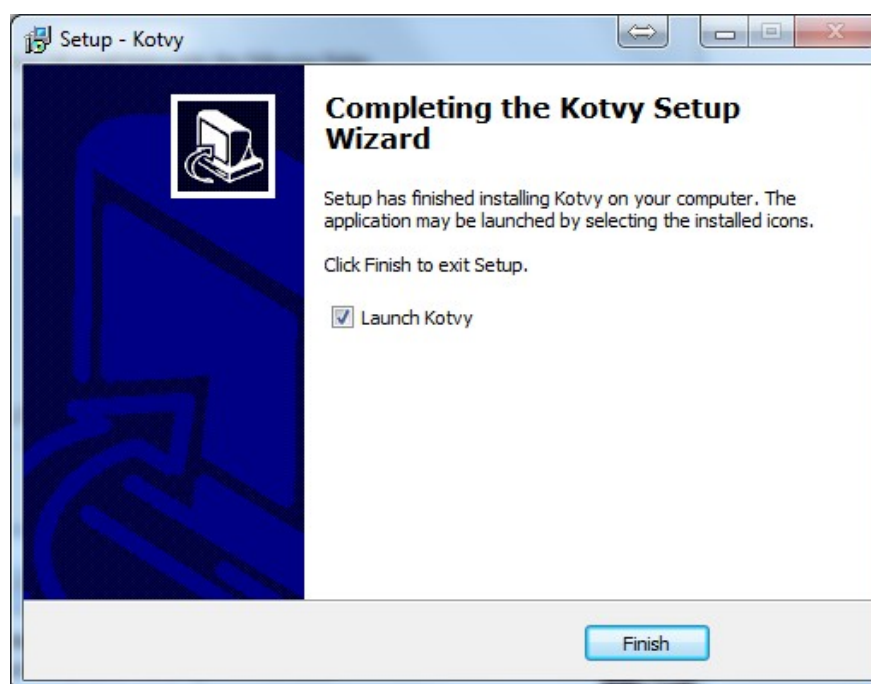
Ve třetím kroku instalace lze zvolit vytvoření ikony aplikace na ploše:



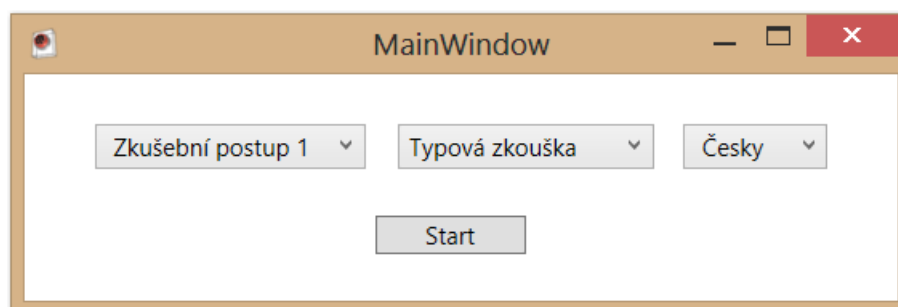
Poslední okno instalace podává souhrnnou informaci o volbách provedených v předchozích krocích instalace:



Po dokončení instalace je zobrazen report o průběhu instalace s možností ihned spustit právě nainstalovanou aplikaci:



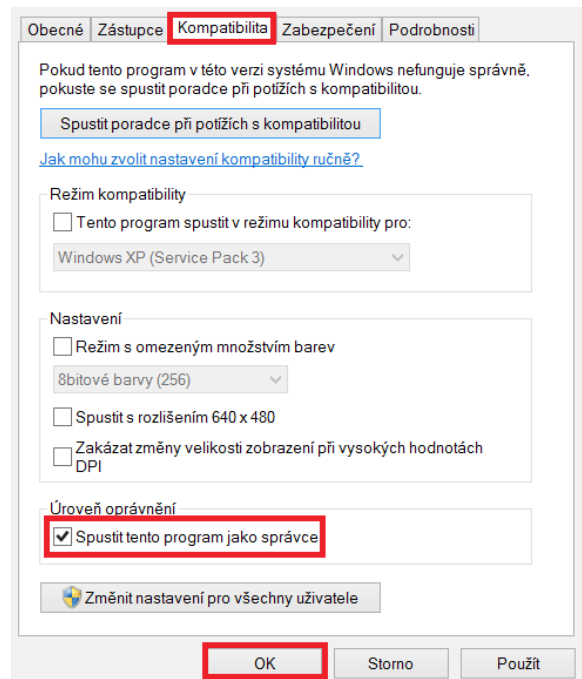
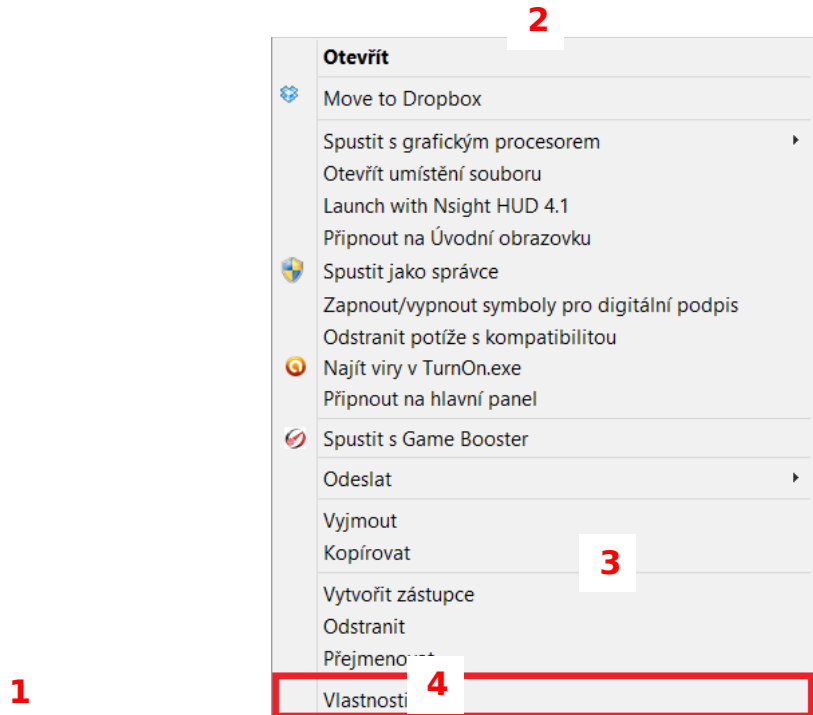
Po instalaci balíku protokolů a spuštění aplikace se otevře utilita:



ve které uživatel zvolí požadovanou kombinaci zkušebního postupu a třídy zkoušky. V této utilitě uživatel zvolí také požadovanou jazykovou lokalizaci aplikace (V současnosti je k dispozici CZ a EN verze software).

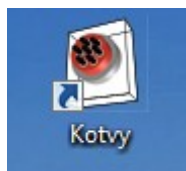
Pozn.: Pokud se po tomto výběru a stisknutí tlačítka Start neprovede během několika sekund spuštění požadovaného protokolu, je potřeba změnit nastavení spuštění. To se provede kliknutím pravým tlačítkem myši na zástupce programu ->

[1] Vlastnosti -> [2] menu Kompatibilita -> [3] Spustit tento program jako správce -> [4] OK:



Tento problém se projevil na systémech Windows 8, ale jeho výskyt je možný i na jiných systémech.

Další následná spouštění aplikace probíhají poklepáním na ikonu aplikace:



2 Struktura aplikace

Aplikace je zpracována formou interaktivních formulářů, do kterých se po vyplnění základních geometrických a materiálových charakteristik kotvy průběžně zapisují hodnoty měřených veličin, v závislosti na zvolené kombinaci zkušební postupu a třídy zkoušky. Druhy zkoušek podle (EN ISO 22477-5) jsou shrnuty v tab. 1

Zkušební postup	Třída zkoušky
Zkušební postup 1	Typová zkouška
Zkušební postup 2	Ověřovací zkouška
Zkušební postup 3	Kontrolní zkouška

Tab.1 Druhy zkoušek podle (EN ISO 22477-5)

3.1 Rozložení protokolu

V horní části protokolu se nachází lišta se základními tlačítky pro správu protokolu (A). Pod touto lištou se nachází záložky (B). Konkrétně záložka „1. Základní“, pro základní vkládání do dokumentu a „2. Rozšíření“, pro podrobnější zadávání, umožňující zadat rozsáhlejší soubor vstupních hodnot.:

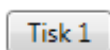


V pravém dolním rohu se nachází posuvník, pro zvětšení/zmenšení protokolu (C).

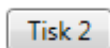


Mezi částí B a C se nachází vlastní tabulka zadávaných hodnot.

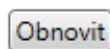
3.2 Tlačítka v základní liště



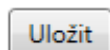
Pro tisk 1. Základního protokolu.



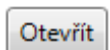
Pro tisk 2. Rozšířeného protokolu.



Pro obnovení protokolu (alternativně lze použít klávesu Enter).



Uložení protokolu.



Otevření uloženého protokolu.

3.3 Checkboxy v základní liště

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Rozšířené zadání | Jako vstupní hodnoty pro výpočet slouží hodnoty z 2. Rozšířeného protokolu. |
| <input type="checkbox"/> Počítat Rc | Bude proveden výpočet Rc dle (EN ISO 22477-5) |
| <input type="checkbox"/> Postupné zatížení dle normy | V prvním grafu bude vykreslen postup zatížení dle (EN ISO 22477-5). |

3.4 Informační pole

Protokol obsahuje textová pole, která slouží pro zapsání klíčových informací o zkoušce. Jedná se o informace o zakázce, čísla kotvy, čísla zakázky, průřezu, kdo zkoušku prováděl, datum provedení zkoušky a vedoucím čety. Poskytnuto je také místo pro poznámku dle uvážení uživatele. Taktéž výběr typu kotvy (trvalá/dočasná) má pouze informační charakter (je třeba zvolit „ručně“ jednu z hodnot).

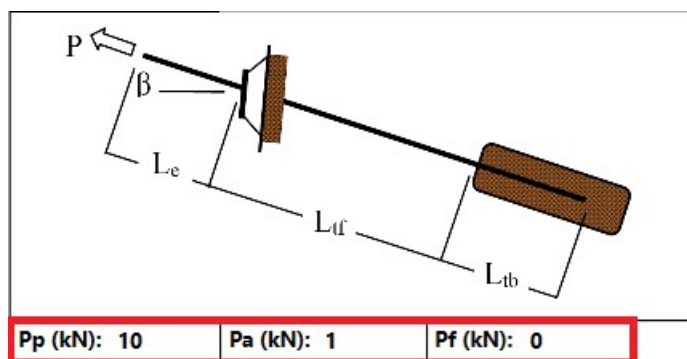
Buňky týkající se specifikace táhla a specifikace kořene (Průřezová plocha svazku A_t , Modul pružnosti táhla E_t a průměr vrtu d) v případě Zkušební postupu 1 slouží jako vstupní hodnoty pro výpočet L_{app} , v případě ostatních zkušebních postupů mají tyto hodnoty také pouze informační charakter:

SPECIFIKACE TÁHLA

Volná délka táhla	L_{if} (m):	_____
Kotevní délka táhla	L_{tb} (m):	_____
Vnější délka táhla	L_e (m):	_____
Sklon vrtu	β (deg):	_____
Průřezová plocha svazku	A_t (cm ²):	_____
Modul pružnosti	E_t (MPa):	_____

SPECIFIKACE KÖRENE

Kořenová délka kotvy	L_{fixed} (m):	_____
Průměr vrtu	d (mm):	_____



3.5 Hodnoty vztahující se ke zkušební síle

Hodnoty sil „P“ se zadávají pod ilustračním obrázkem kotvy:

P_p	Velikost zkušební síly
P_a	Velikost předtížení
P_f	Ztráta síly způsobená třením ve volné délce kotvy

3.6 Přesun mezi jednotlivými buňkami

Při zadávání vstupních hodnot do tabulky se pro rychlejší a pohodlnější zadávání doporučuje využití při zadávání hodnot na klávesnici klávesu Tab a Shift+Tab. Tyto klávesy slouží k pohodlnějšímu přesunu mezi buňkami v tabulce.

Vyhodnocení zkoušky

Výsledek zkoušky závisí pouze na vyhodnocení uživatele. Ten nastaví jednu ze dvou možností (vyhovuje/nevyhovuje).

Popis šablon pro konkrétní zkušební postup, s vysvětlením významu jejich jednotlivých buňek a popisem funkcionality je dále proveden pro šablonu typové zkoušky. Ta je vždy nejobsáhlejší, ve smyslu vstupních i výstupních hodnot. Další dvě třídy zkoušky jsou vždy určitou formou zjednodušení zkoušky typové. (Detailní popis jednotlivých tříd zkoušek viz (EN ISO 22477-5))

3 Zkušební postup 1

4.1 Vstupní hodnoty

Do sloupce pro zatěžovací cyklus 0 se zapisuje deformace změřená v hlavě kotvy (A) od předtížení a čas (B), který udává dobu mezi začátkem přechodu ze síly P_a na část síly P_p , a dosažením této síly (tzv. „doba podržení zatížení“ na hodnotě P_p):

ZATĚŽOVACÍ CYKLUS		POSUNY MĚŘENÉ V ČASE								
		0	1		2		3		4	
		Pa/čas	Pp	Pa/čas	Pp	Pa/čas	Pp	Pa/čas	Pp	Pa/čas
SÍLA	%	10	40	10	55	10	70	10	80	10
s (mm) t = 1 minuta		A								
s (mm) t = 5 minut		B	čas:		čas:		čas:		čas:	

Stejně tak další sloupce Pa/čas, slouží pro zapsání posunutí při předtížení P_a . „Čas“ zde značí dobu mezi začátkem odtěžování v daném cyklu a dosažením hodnoty části P_p z cyklu nadcházejícího.

Je třeba zapisovat hodnoty tak, aby byly hodnoty času v prvním sloupci tabulky zadány správně chronologicky (za řádkem s daným časem $t = y_1$ nesmí následovat řádek s časem $t = y_2$ (pro $y_2 < y_1$)).

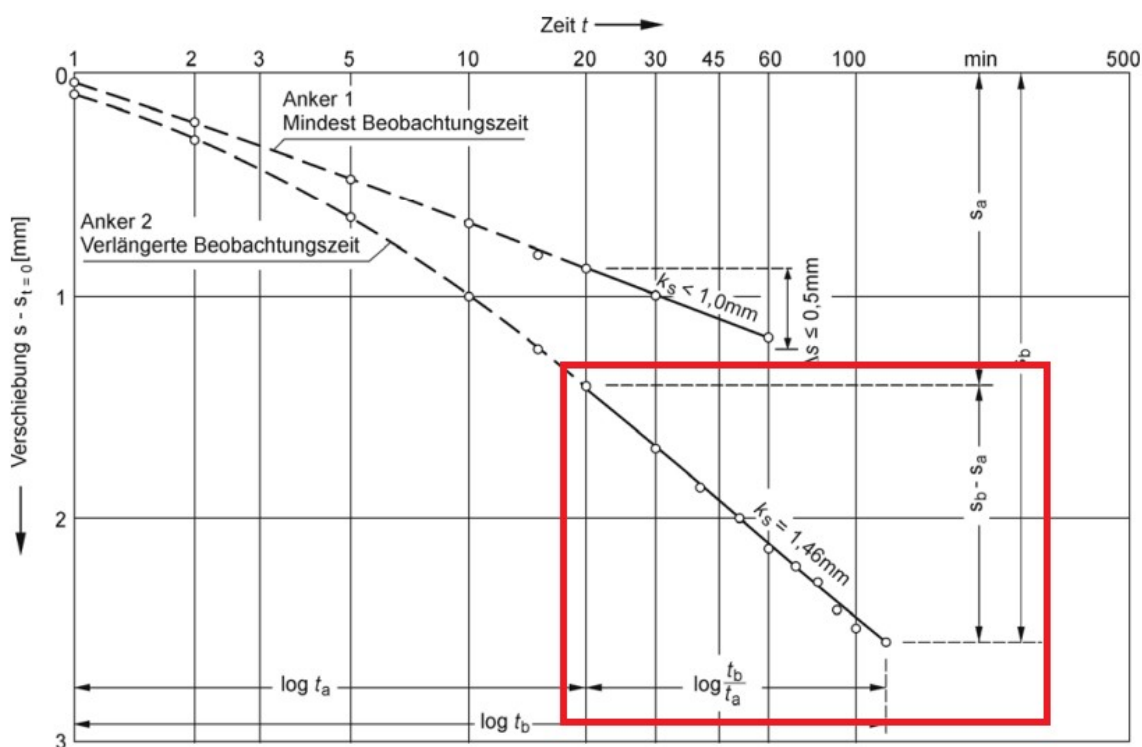
4.2 Výpočet akceptačních kritérií α_1 a R^2

Hodnota rychlosti tečení kořene kotvy α_1 se vypočítá ze vzorce (1).

$$\alpha_1 = \frac{(s_b - s_a)}{\log\left(\frac{t_b}{t_a}\right)} \quad (1)$$

Kde s_a posunutí hlavy kotvy v čase t_a
 s_b posunutí hlavy kotvy v čase t_b
 t_a začátek časového intervalu pro stanovení α_1
 t_b konec časového intervalu pro stanovení α_1

Hodnoty s_a , s_b , t_a a t_b se odečítají z lineární části větve grafu posunutí vs. $\log t$. Viz obr.4- 1



Obr.4- 1 K výpočtu rychlosti tečení α_1 . Převzato z (EN ISO 22477-5)

Proto se v protokolu α_1 počítá vždy ze čtyř posledních hodnot posunutí v daném sloupci za pomoci lineární regrese, a vedle α_1 se vypisuje také koeficient determinace R^2 . Pokud je R^2 rovno jedné, je dosaženo ideálního přímkového průběhu. Je-li R^2 rovno nule, znamená to, že lineární regrese není schopna hodnotu α_1 správně popsat.

Na zvážení uživatele je pak ponecháno, aby vyhodnotil, zda již dosáhl dostatečně lineární části grafu (např. na základě pomocně definované hodnoty R^2), či zda bude pokračovat v měření další hodnoty posunu v dalším časovém kroku.

4.3 Výpočet akceptačního kritéria - délky L_{app}

Hodnota L_{app} je vypočítána ze vzorce (2).

$$L_{app} = \frac{A_t \cdot E_t \cdot \Delta s}{P_p - P_a - P_f} \quad (2)$$

Kde	L_{app}	volná délka kotvy
	A_t	průřezová plocha svazku táhla
	E_t	modul pružnosti táhla
	Δs	přetvoření táhla
	P_p	zkušební síla
	P_p	předtížení
	P_f	ztráta síly způsobená třením

L_{app} je omezeno limitami zhora i zespodu, a to následovně:

$$L_{app} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} L_{tf} + \dot{\epsilon} + 0,5 \cdot L_{tb} \\ 1,1 \cdot L_{tf} + \dot{\epsilon} \end{array} \right\}$$

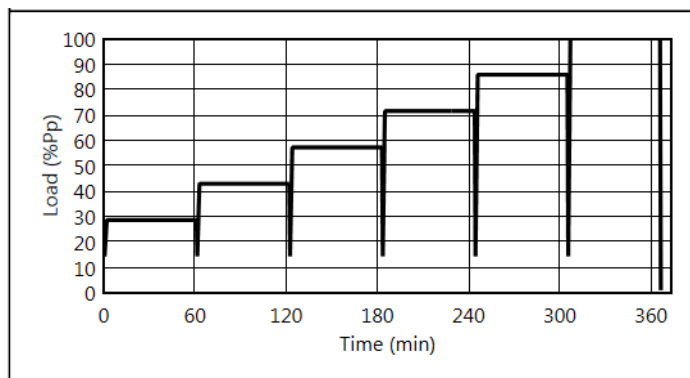
$$L_{app} \geq 0,8 \cdot L_{tf} + \dot{\epsilon}$$

Příklad zadaných a vyhodnocených dat z konkrétní typové zkoušky:

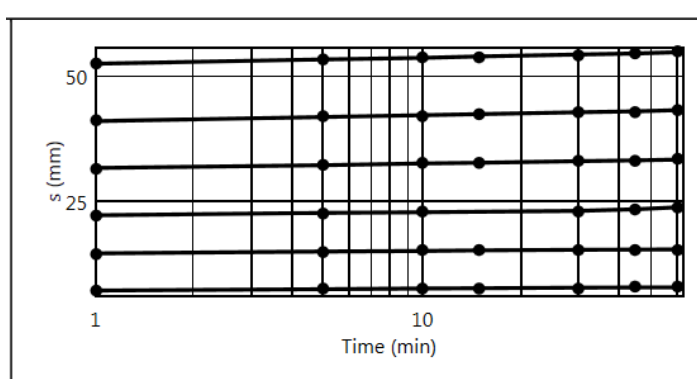
CYCLE NUMBER	0	1		2		3		4		5		6		
	Pa/ time	Pp	Pa/ time	Pp	Pa/ time	Pp	Pa/ time	Pp	Pa/ time	Pp	Pa/ time	Pp	Pa/ time	
LOAD	kN	150	300	150	450	150	600	150	750	150	900	150	1050	10
s (mm) t = 1 minute	6,1	7,2	6,1	14,62	8,86	22,23	11,25	31,68	13,91	41,04	17,89	52,51	150	
s (mm) t = 5 minutes	time: 1	7,46	time: 1	14,99	time: 1	22,71	time: 1	32,24	time: 1	41,86	time: 1	53,36	time: 1	
s (mm) t = 10 minutes	-	7,6	-	15,10	-	22,83	-	32,58	-	42,22	-	53,68	-	
s (mm) t = 15 minutes	-	7,66	-	15,22	-	22,87	-	32,73	-	42,44	-	53,96	-	
s (mm) t = 30 minutes	-	7,77	-	15,33	-	23,11	-	33,04	-	42,81	-	54,34	-	
s (mm) t = 45 minutes	-	7,81	-	15,38	-	23,43	-	33,2	-	43	-	54,56	-	
s (mm) t = 60 minutes	-	7,83	-	15,41	-	23,81	-	33,35	-	43,23	-	54,81	-	
α_1 (mm) or error	-	0,29	R ² : 0,97	0,32	R ² : 0,99	1,15	R ² : 0,86	1,02	R ² : 1	1,27	R ² : 0,99	1,37	R ² : 0,99	

Grafický záznam zadaných hodnot a výsledků zkoušky, podle požadavků (EN ISO 22477-5), je proveden formou následujících grafů:

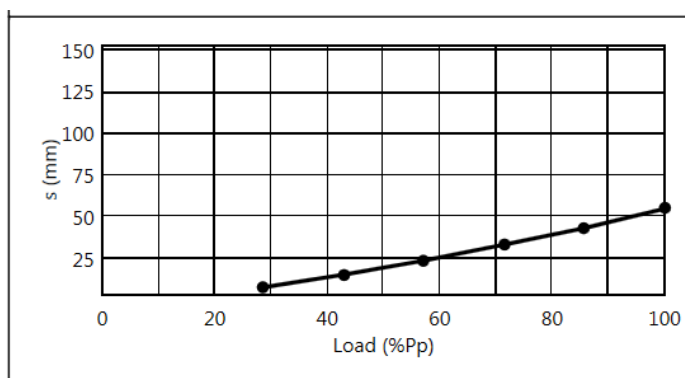
Graf závislosti velikosti napínací síly v % P_p na době trvání zkoušky:



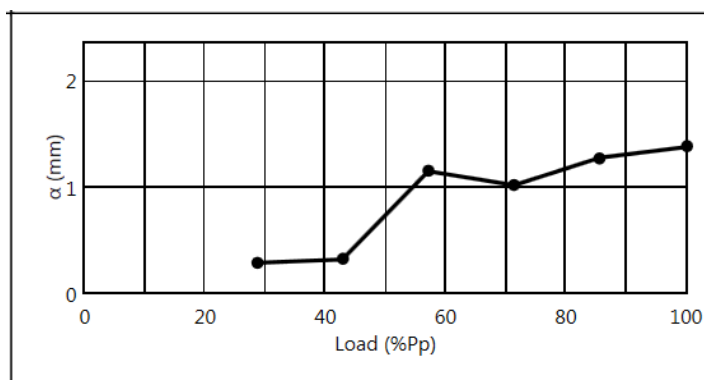
Graf průběhu posunu měřeného v hlavě kotvy pro každý zatěžovací stupeň ve vztahu k. logaritmu času měření na daném zatěžovacím stupni:



Graf průběhu maximálního dosaženého posunu hlav kotvy v daném zatěžovacím stupni:



Graf průběhu α_1 ve vztahu k dosažené síle (% P_p) v daném zatěžovacím stupni:



4 Zkušební postup 2

5.1 Vstupní hodnoty

Do tabulky uživatel zadává následující hodnoty: (A) je doba podržení zatížení na hodnotě předtížení P_a . Zaručená kotevní síla značí počáteční sílu v daném zatěžovacím cyklu (B). Do buněk (C) se zadává velikost předpínací síly změřená v čase „t“ od začátku daného zatěžovacího cyklu. Do hodnoty KI v zóně (D) se vypočítá kumulativní ztráta předpětí po daný zatěžovací cyklus.:

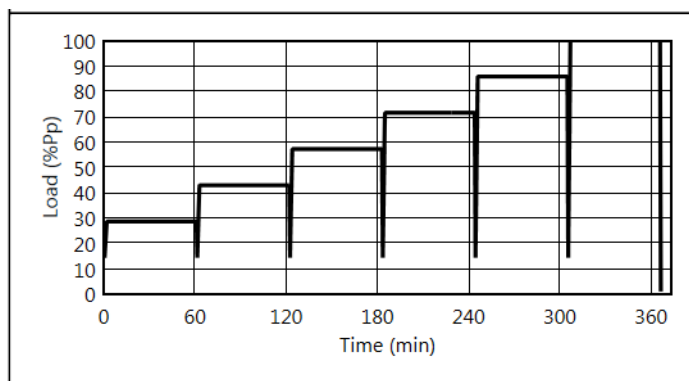
ZATĚŽOVACÍ CYKLUS	POSUNY MĚŘENÉ V ČASE												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SILA %	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100						
Doba podržení P_a (min)	A												
Zaručená kotevní síla (kN)	B												
kl (kN) t = 5 minut													
kl (kN) t = 15 minut													
kl (kN) t = 100 minut	C												
kl (kN) t = 150 minut													
kl (kN) t = 400 minut													
kl (kN) t = 5000 minut													
KI	D												

Příklad zadaných dat z konkrétní typové zkoušky:

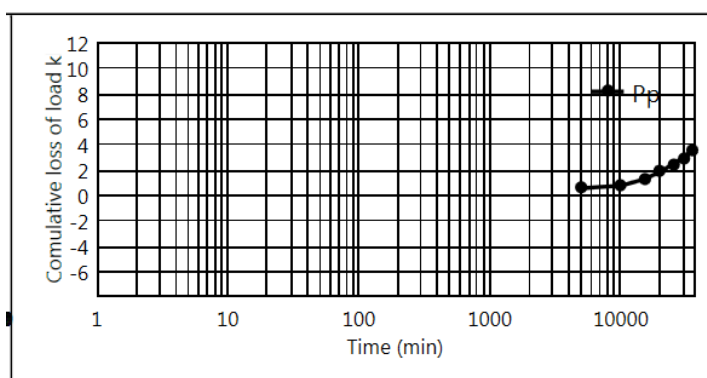
		TEST MEASUREMENT												
CYCLE NUMBER		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LOAD	% ▼	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100						
Time btw. load steps		1	1	1	1	1	1	1						
Lock-off load (kN)		263	394	525	657	788	919	1050						
kl (kN) t = 5 minutes ▼		262	393	524	656	787	918	1049						
kl (kN) t = 15 minutes ▼		261	392	523	655	786	917	1048						
kl (kN) t = 100 minutes ▼		260	392	522	654	785	916	1047						
kl (kN) t = 150 minutes ▼		259	392	521	653	784	915	1046						
kl (kN) t = 400 minutes ▼		258	392	520	652	783	914	1045						
kl (kN) t = 5000 minutes ▼		257	392	519	651	782	913	1044						
Kl		0,6	0,8	1,3	1,9	2,5	3,0	3,6						

Grafický záznam zadaných hodnot a výsledků zkoušky, podle požadavků (EN ISO 22477-5), je proveden formou následujících grafů:

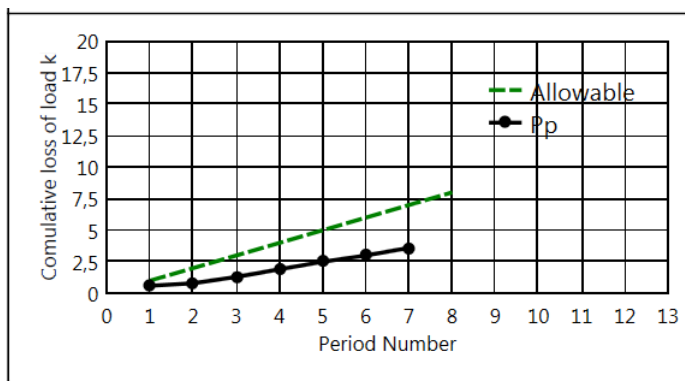
Graf průběhu posunu měřeného v hlavě kotvy pro každý zatěžovací stupeň ve vztahu k. logaritmu času měření na daném zatěžovacím stupni:



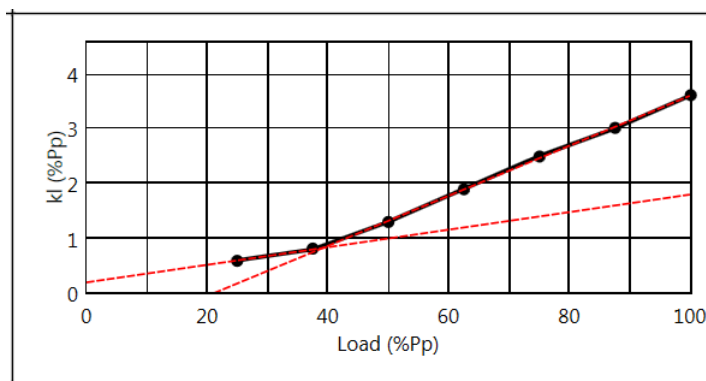
Graf nárůstu kumulativní ztráty předpínací síly ve vztahu k času:



Graf velikosti kumulativní ztráty předpínací síly ve vztahu k pořadí zatěžovacího cyklu:



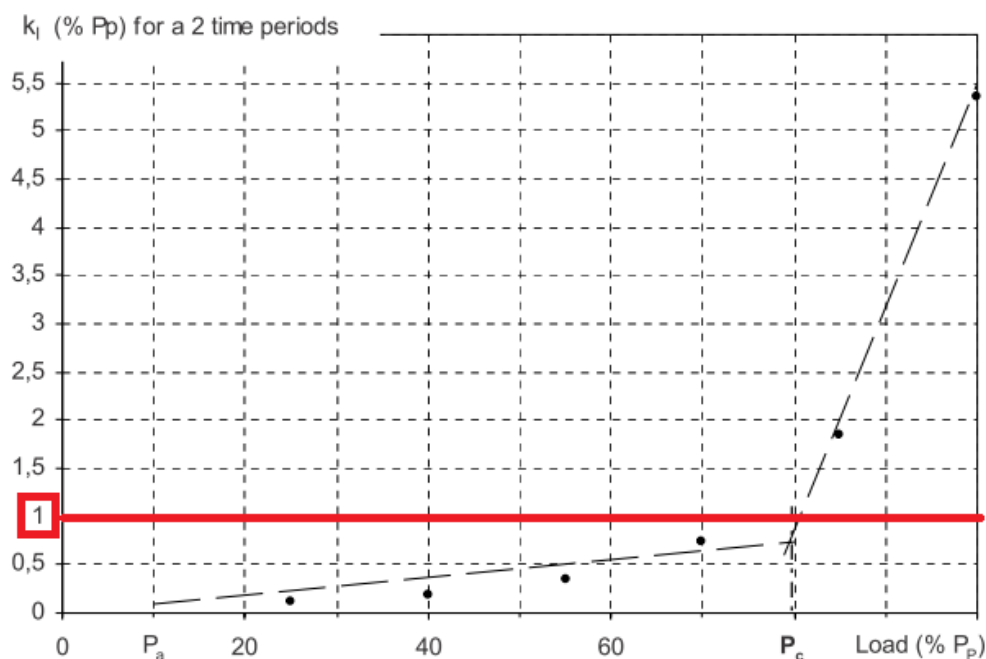
Graf průběhu kI ve vztahu k dosažené síle v daném zatěžovacím stupni:



5.2 Výpočet R_c

Pro výpočet kritické síly na mezi tečení R_c , musí být zaškrtnut checkbox „Počítat R_c “ (viz. Checkboxy v základní liště). Výpočet R_c se vyhodnocuje z Grafu průběhu kI ve vztahu k dosažené síle v daném zatěžovacím stupni (viz obr. 5-1) následujícím postupem:

- 1 Soubor hodnot kI se rozdělí na dvě podskupiny. V 1. skupině jsou body s $kI \leq 1$, ve 2. skupině je zbytek bodů.
- 2 Musí být splněna podmínka, že v každé skupině jsou alespoň 2 body!
- 3 V každé skupině se body nahradí přímkou, pomocí Metody nejmenších čtverců. Takto vypočítané přímky jsou zakresleny do Grafu červenou čárkovanou čarou.
- 4 Průnik těchto dvou přímek určí hodnotu P_p na vodorovné ose.
- 5 Velikost odporu R_c je pak stanovena ze vztahu: $R_c = 0,9 * P_p$



Obr. 5-1 K výpočtu R_c . Převzato z (EN ISO 22477-5)

5 Zkušební postup 3

6.1 Vstupní hodnoty

Do tabulky uživatel zadává následující hodnoty: pro hodnoty (A) se uvažuje minimální čas mezi zatěžovacími kroky 2 minuty. Zadáním hodnoty času do buněk (A) se tento čas o tuto zadanou hodnotu prodlouží. Do buněk (B) se zapisuje hodnota posunu s [mm] pro zaručenou kotevní sílu v daném stupni neboli počáteční změřená velikost posunutí v daném cyklu. V buňkách (C) se dopočítává hodnota α pro daný cyklus:

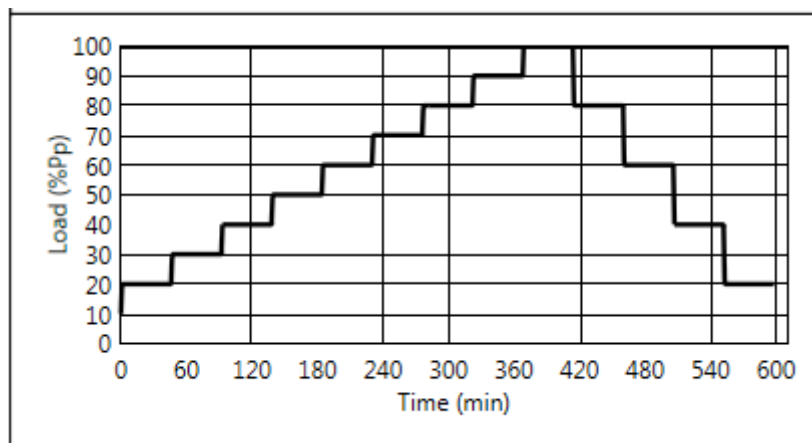
ZATĚŽOVACÍ CYKLUS	Zatěžovací stupeň									Odtížení (t=2min)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SÍLA %	25	40	50	60	70	80	90	100	100	75	50	25	10
Doba podržení P_a (min)											A		
s (mm) pro zaručenou kotevní sílu	B												
s (mm) t = 5 minut													
s (mm) t = 10 minut													
s (mm) t = 15 minut													
s (mm) t = 30 minut													
s (mm) t = 45 minut													
s (mm) t = 60 minut													
α (mm)	C												

Příklad zadaných dat z konkrétní typové zkoušky:

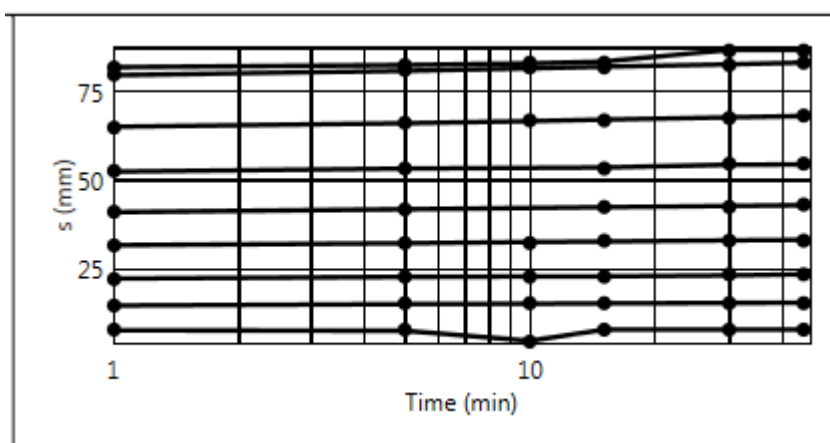
CYCLE NUMBER		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LOAD	kN ▼	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1350	1200	1050	900
Time btw. load steps														
s (mm) for lock-off load		7,06	14,30	21,96	31,11	40,61	51,5	64,51	79,01	81,31	79,01	64,51	51,5	40,61
s (mm) t = 1 minute	▼	7,6	14,62	22,23	31,68	41,04	52,51	65,22	79,81	82,07	79,81	65,22	52,51	41,04
s (mm) t = 5 minutes	▼	7,46	14,99	22,71	32,24	41,86	53,36	66,21	81,03	82,67	81,03	66,21	53,36	41,86
s (mm) t = 10 minutes	▼	4,6	15,1	22,83	32,58	42,22	53,68	66,81	81,75	83,14	81,75	66,81	53,68	42,22
s (mm) t = 15 minutes	▼	7,77	15,22	22,87	32,73	42,44	53,69	67,23	82,20	83,64	82,20	67,23	53,69	42,44
s (mm) t = 30 minutes	▼	7,81	15,33	23,11	33,04	42,81	54,43	67,88	82,86	86,95	82,86	67,88	54,43	42,81
s (mm) t = 45 minutes	▼	7,83	15,41	23,43	33,2	43	54,56	68,24	83,37	88,03	83,37	68,24	54,56	43

Grafický záznam zadaných hodnot a výsledků zkoušky, podle požadavků (EN ISO 22477-5), je proveden formou následujících grafů:

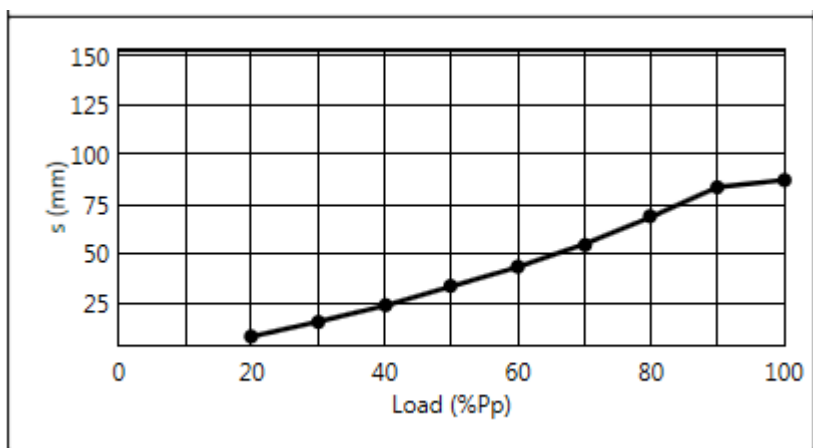
Graf průběhu posunu měřeného v hlavě kotvy pro každý zatěžovací stupeň ve vztahu k. logaritmu času uběhlého od začátku zkoušky:



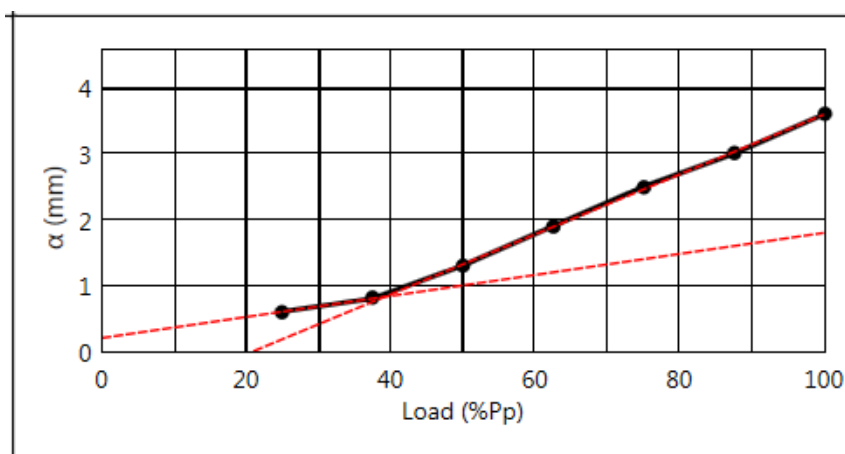
Graf průběhu posunu měřeného v hlavě kotvy pro každý zatěžovací stupeň ve vztahu k. logaritmu času měření na daném zatěžovacím stupni:



Graf průběhu maximálního dosaženého posunu hlav kotvy v daném zatěžovacím stupni:



Graf průběhu α ve vztahu k dosažené síle v daném zatěžovacím stupni:

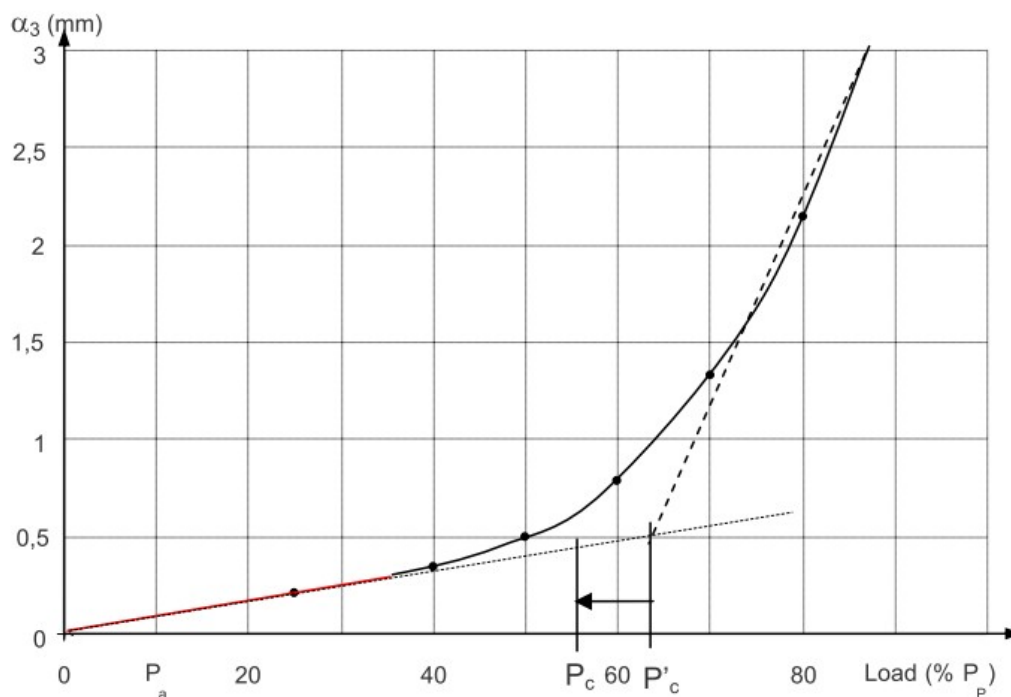


6.1 Výpočet R_c

Pro výpočet kritické síly na mezi tečení kořen kotvy R_c , musí být zaškrtnut checkbox „Počítat R_c “ (viz. Checkboxy v základní liště).

Výpočet R_c se provádí za pomoci Grafu průběhu α ve vztahu k dosažené síle v daném zatěžovacím stupni (viz obr. 6-1) následujícím postupem:

- 1 V grafu musí být minimálně 5 bodů!
- 2 Soubor hodnot se rozdělí na dvě podskupiny tak, že se hledá zlomový bod s největší hodnotou druhé numerické derivace v tomto bodě.
- 3 Takto nalezený bod slouží jako hraniční bod. Body vlevo spadají do 1. skupiny, body napravo od zlomového bodu spadají do 2. skupiny.
- 4 V každé skupině se body nahradí přímkou, pomocí Metody nejmenších čtverců. Takto vypočítané přímky jsou zakresleny do grafu červenou čárkovanou čarou.
- 5 Průnik těchto dvou přímek určí hodnotu P_p na vodorovné ose.
- 6 Velikost odporu kotvy R_c proti vytažení se pak vypočte ze vztahu: $R_c = 0,9 * P_p$

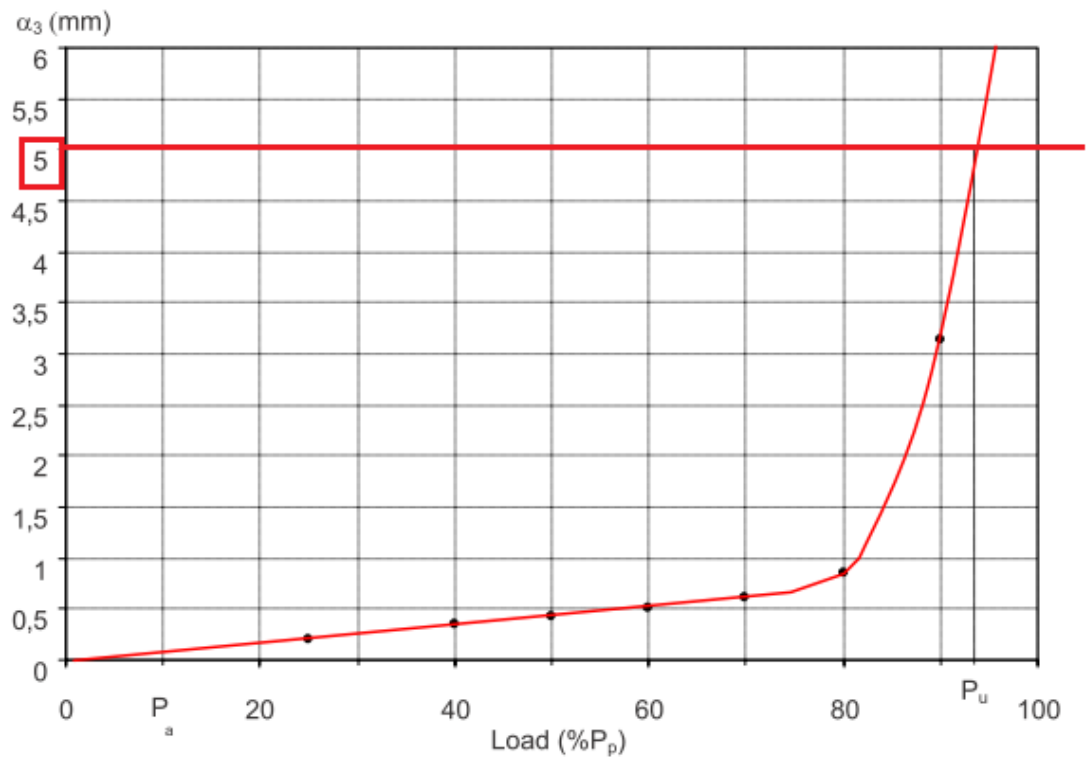


Obr. 6-1 K výpočtu kritické síly na mezi tečení kořene R_c . Převzato z (EN ISO 22477-5)

6.2 Výpočet odporu kotvy proti vytažení $R_a = P_u$

Výpočet R_a se provádí vyhodnocením Grafu průběhu α ve vztahu k dosažené síle v daném zatěžovacím stupni (viz obr. 6-2). Mohou nastat tyto následující případy:

- a Pokud α nepřesáhne hodnotu 5, pak: $R_a = P_p$
- b Pokud α přesáhne hodnotu 5, a zároveň se alespoň jeden bod nachází pod touto hodnotou, pak je na vodorovné ose odečtena velikost síly odpovídající průniku křivky α s vodorovnou přímkou pro hodnotu $\alpha = 5$.



Obr. 6-2 K výpočtu odporu kotvy proti vytažení R_a . Převzato z (EN ISO 22477-5)

Literatura

EN ISO 22477-5. *Geotechnical investigation and testing: Testing of geotechnical structures -- Part 5: Testing of pre-stressed ground anchors*. London: BSI Group headquarters, 2009.

ČSN EN 1537 *Provádění speciálních geotechnických prací - Injektované horninové kotvy*. 2001. Praha: Český normalizační institut ČNI.