



Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

PROTOKOL O MĚŘENÍ

Jméno: Pavel Šefčík	Školní rok: 2017/2018
Ročník: 3	Naměřeno: 01-04/2018
Obor studia: Fyzikálně-technická měření	Odevzdáno: 10. 05. 2018
Název: Testování mechanických vlastností plechu CR 180 BH	

Identifikace dokumentu:

Název:	Testování mechanických vlastností plechu CR 180 BH
Vyhotoveno:	22.5.2018
Datum přijetí vzorků:	14.12.2017
Datum zkoušky:	01-04 / 2018
Přílohy (číslo / název):	-
Zadavatel (výrobce):	ŠKODA-AUTO a.s., Tř. Václava Klementa 869, 293 60 Mladá Boleslav, CZ
Požadavek:	skladování vzorků před teplotním stárnutím, pre-strain zátěž; teplotní stárnutí (KTL6, KTL8, KTL12, KTL20); mechanické testy (mez pevnosti, mez kluzu, tažnost při mezi kluzu, tažnost při mezi pevnosti, rozměrové měření);
Zkoušku provedl:	Šefčík

Závěr:

Vlivem tepelných úprav došlo k očekávaným změnám hodnot mechanických vlastností. Obecně je možno říci, že se materiál zachoval v souladu s teoretickými poznatky a došlo ke zpevnění materiálu vlivem počátečních deformací a následného vytvrzovacího procesu. Změny mechanických vlastností materiálu v čase přirozeného stárnutí nejsou příliš významné, což je pro zadavatele projektu vyhovující zjištění.

Konečné posouzení provede zadavatel.



Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

1. Použité postupy a zkušební metody

Zkouška byla realizována v souladu s normou ČSN EN ISO 6892-1 (Kovové materiály – Zkoušení tahem – Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty) a dle požadavků zákazníka.

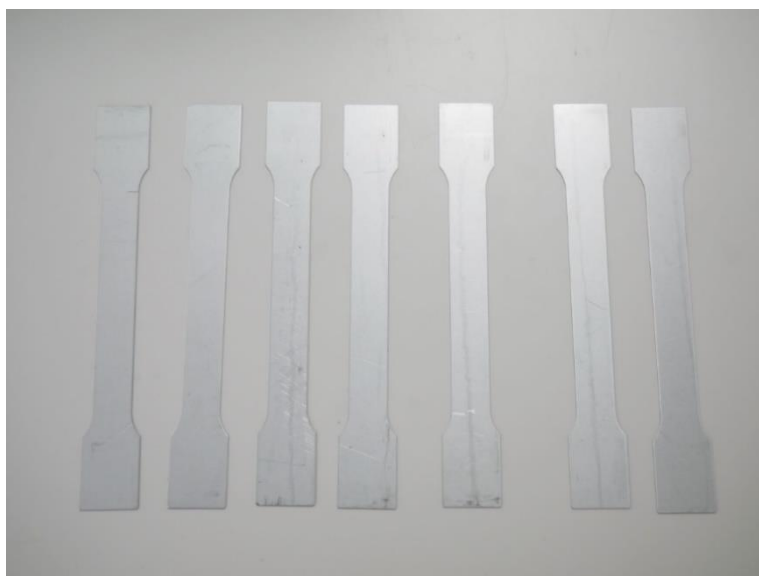
- skladování vzorků před teplotním stárnutím (5 °C)
- pre-strain zátěž
- teplotní stárnutí (KTL8, KTL12, KTL16, KTL20)
- ČSN EN ISO 6892-1

2. Použité zkušební zařízení

- teplotní komora Binder FD240 s nuceným prouděním vzduchu
- klimatická komora Vötsch VC3 4034 (ev. č. 2325-K07) (teplotní uložení 5 °C)
- dataloger Ahlborn Almemo 2690 (ev.č. 2325-711; monitoring teplot při KTL)
- průtahoměr MFN-A (ev.č. 2325-201)
- zkušební stroj LabTest 3.50 (Trhací zařízení)
- tenzometrický snímač síly HBM U3 10 kN (ev.č. 2325-102)
- tenzometrický snímač síly HBM U3 50 kN (ev.č. 2325-103)

3. Předmět zkoušky

Předmětem zkoušky byly výřezy z ocelových plechů, materiál CR 180 BH o tloušťce 0,68mm. Celkem bylo dodáno 280 ks vzorků z plechu.



Obr. 1. Zkušební vzorky plechu CR 180 BH



4. Zkouška

Provedení

4.1 Pre-strain

Před teplotním stárnutím proběhlo tahové zatížení všech dodaných vzorků do poměrné deformace 2% u obou materiálů (CR 180 BH, tloušťka 0,9 mm a 2,0 mm a TL094B, tloušťka 1,0 mm a 2,0 mm).



Obr. 2. Konfigurace testu pre-strain

4.2 Teplotní Stárnutí

Po tahovém zatížení byly vzorky uloženy do teplotní komory Binder FD240, kde byly vystaveny simulaci tepelného působení vytvrzovacích pecí v lakovnách. Pro každý materiál a každou tloušťku plechu proběhly celkem čtyři druhy simulací (KTL6, KTL8, KTL12, KTL20).

Před realizací tepelných úprav byly všechny vzorky uloženy v klimatické komoře při teplotě 5 °C, tak aby se co nejvíce omezilo jejich přirozenému stárnutí.

Tab. 1. Tabulka teplot a časů expozice pro jednotlivé druhy KTL

	výdrž na teplotě [min]		
	185 °C (KTL)	180 °C	140 °C
KTL 6 min	6	15	23
KTL 8 min	8	15	23
KTL 12 min	12	15	23
KTL 20 min	20	15	23



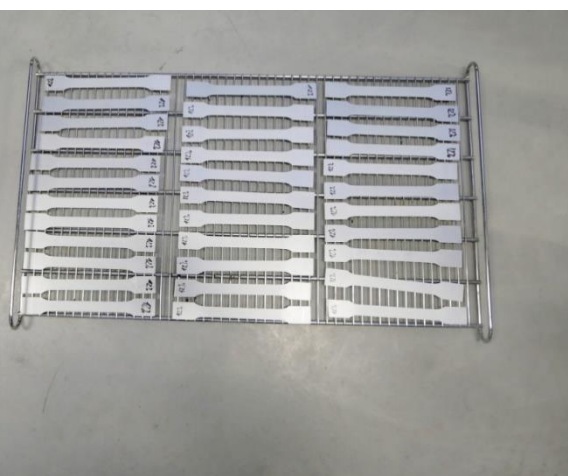
Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189



Obr. 3. Uložení zkušebních vzorků před tepelnou úpravou KTL při 5°C



A)

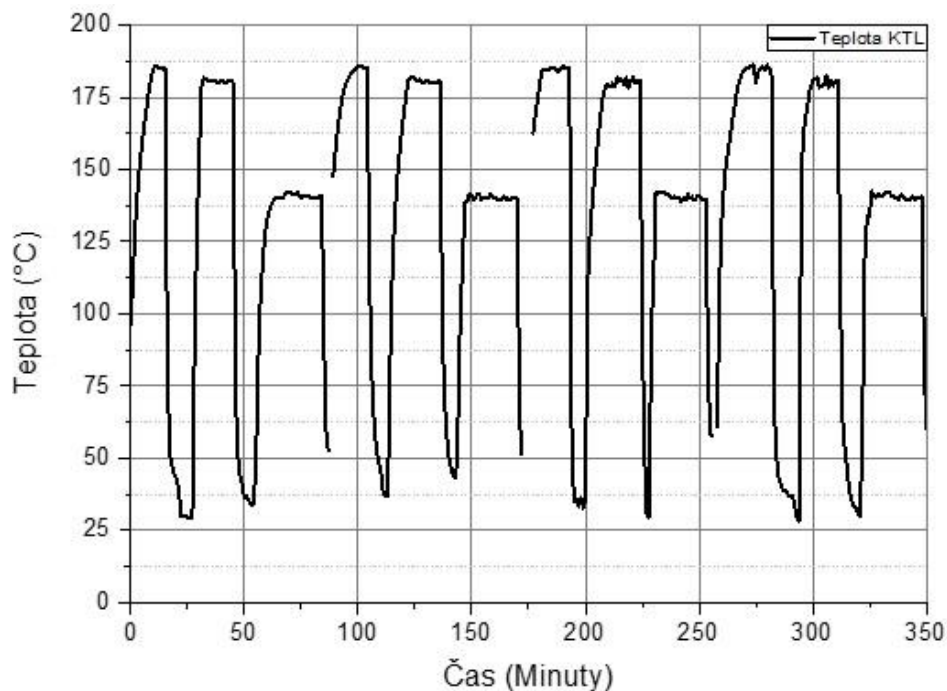


B)

Obr. 4. A) Uložení plechů v sušící peci při simulaci KTL; B) Rozložení vzorku na roštu



Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189



Obr. 5. Teplotní průběhy při simulaci KTL v klimatické komoře pro materiál CR 180 BH

4.3 Určení mechanických vlastností materiálu

Po simulaci katodové koroze byly všechny vzorky uloženy v běžných skladovacích podmínkách vystaveny postupnému stárnutí. Po dosažení potřebného stáří byla vždy část vzorků vystavena tahové deformaci až do destrukce za účelem stanovení požadovaných vlastností (mez pevnosti, mez kluzu, tažnost při mezi kluzu, tažnost při mezi pevnosti).

Pro průběh zkoušky bylo zvoleno následující nastavení. Předpětí vzorku 10N, rychlost do předpětí 5mm/min, po dosažení předpětí zatěžováno tlakem 3Mpa/s (pro vzorky tloušťky 0,9mm 54N/s, pro vzorky tloušťky 2,0mm 120N/s) pro materiálu CR 180 BH. U materiálu TL094B bylo použito následující nastavení předpětí 100N, rychlost do předpětí 5mm/min, po dosažení předpětí zatěžováno tlakem 2,2Mpa/s (pro vzorky tloušťky 1,0 mm 44N/s, pro vzorky tloušťky 2,0mm 88N/s).

Tab. 2. Plán stárnutí vzorků před určením mechanických vlastností CR 180 BH

materiál	CR 180 BH										týden	počet ks v týdnu
	2					12						
Deformace [%]	0	6	8	12	20	0	6	8	12	20		
čas KTL [min]	0	6	8	12	20	0	6	8	12	20		
02.05.2017	X	8	8	8	8	X	8	8	8	8	0	64
23.05.2017	X	8	8	8	8	X	8	8	8	8	3	64
27.06.2017	X	8	8	8	8	X	8	8	8	8	8	64
25.07.2017	X	8	8	8	8	X	8	8	8	8	12	64



Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

Tab. 3. Určení mechanických vlastností materiálu CR 180 BH bez úprav

CR 180 BH				
Statistika	E	At	Rm	Rp0,2
	N/mm ²	%	N/mm ²	MPa
Počet zkoušek	8	8	8	8
Průměrná hodnota	103213	38,96	318,33	199,28
Směrodatná odchylka	33347	2,03	1,5	12,69
Minimální hodnota	50318	35,07	316,42	168,62
Maximální hodnota	156128	41,21	320,65	207,07



Obr. 6. Konfigurace testu určování mechanických vlastností



Obr. 7. test určování mechanických vlastností



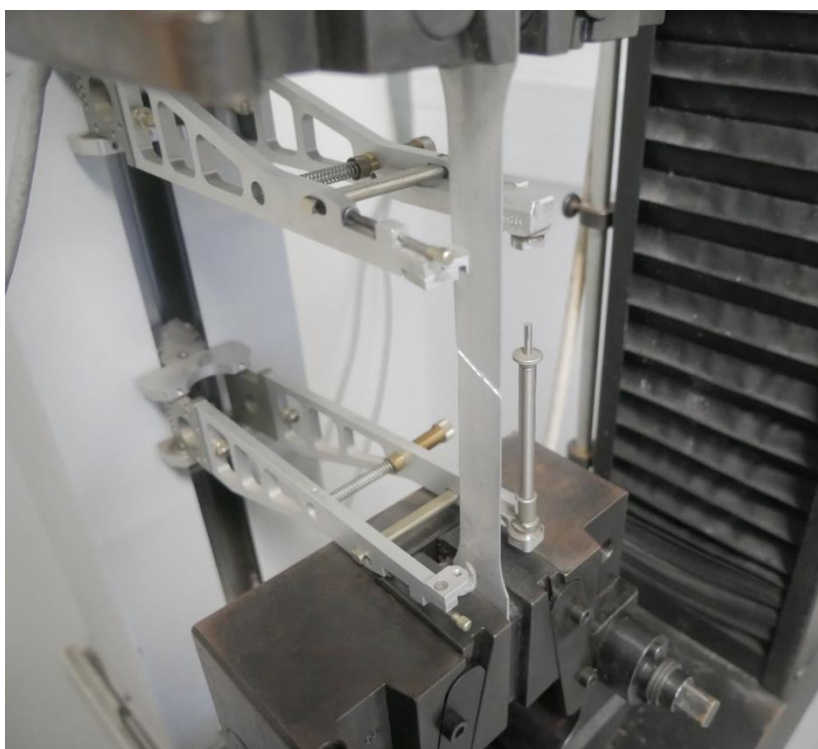
Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

Požadavky

- skladování vzorků před teplotním stárnutím
- pre-strain zátěž
- teplotní stárnutí (KTL6, KTL8, KTL12, KTL20)
- mechanické testy se stanovením následujících parametrů (mez pevnosti, mez kluzu, tažnost při mezi kluzu, tažnost při mezi pevnosti, rozměrové měření);

Vyhodnocení

Provedením tahové zkoušky došlo k určení požadovaných mechanických vlastností materiálu (mez pevnosti, mez kluzu, tažnost při mezi kluzu, tažnost při mezi pevnosti). Velikost některých těchto veličin v závislosti na druhu provedené teplotní úpravy KTL a týdnu stárnutí je možné zhodnotit na přiložených grafech níže (Obr.9-14). Vlivem tepelných úprav došlo k očekávaným změnám hodnot mechanických vlastností.

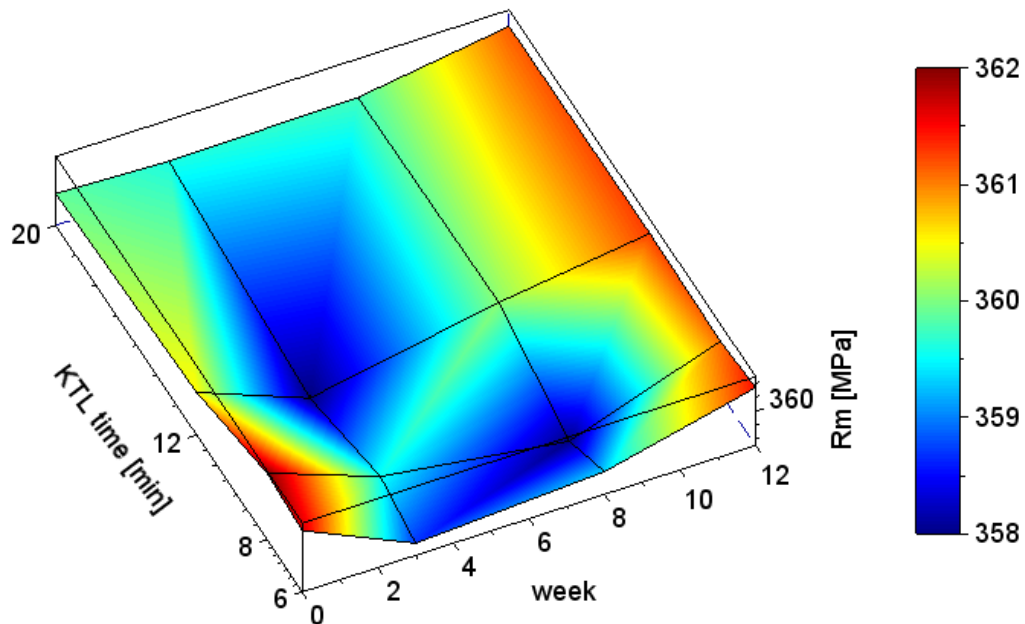


Obr. 8. Zkušební vzorek po testu určení mechanických vlastností



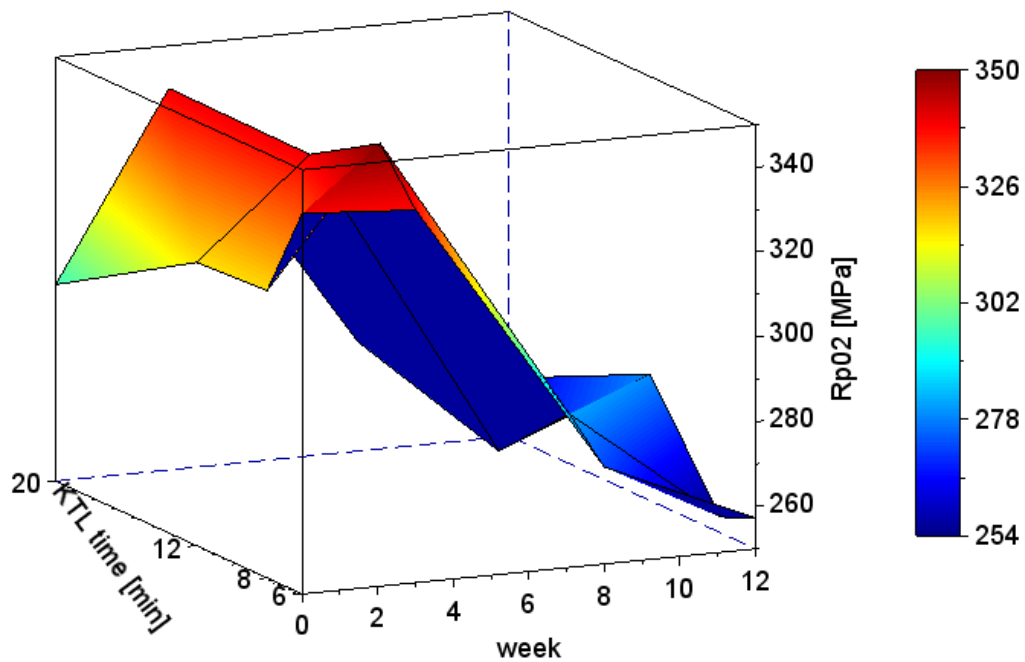
Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

BHsteel, prestrain 12 %, Rm [MPa]



Obr. 9. Mez pevnosti pro CR 180 BH v závislosti na typu teplotní úpravy a týdnu stárnutí (12%)

BHsteel, prestrain 12 %, Rp02 [MPa]

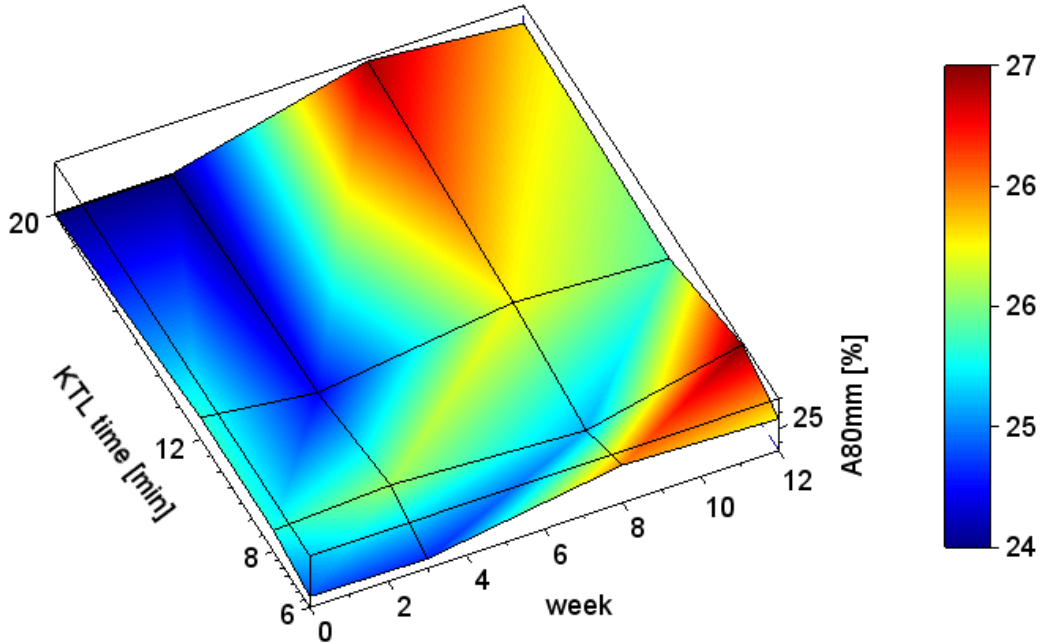


Obr. 10. Smluvní mez kluzu pro CR 180 BH v závislosti na typu teplotní úpravy a týdnu stárnutí (12%)



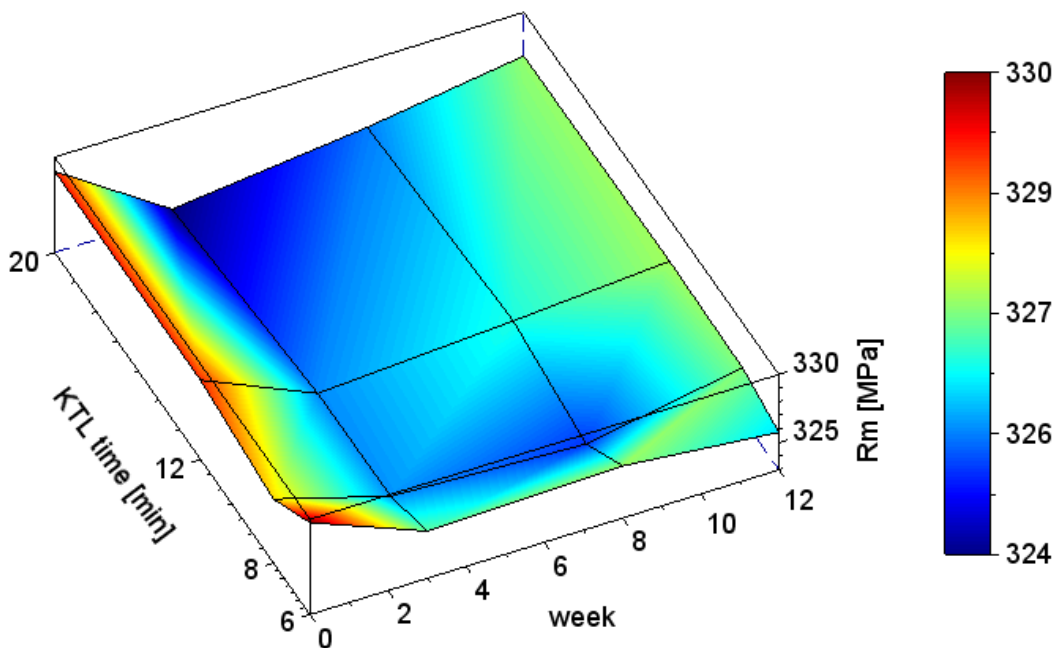
Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

BHsteel, prestrain 12 %, A80mm [%]



Obr. 11. Tažnost materiálu CR 180 BH v závislosti na typu teplotní úpravy a týdnu stárnutí (12%)

BHsteel, prestrain 2 %, Rm [MPa]

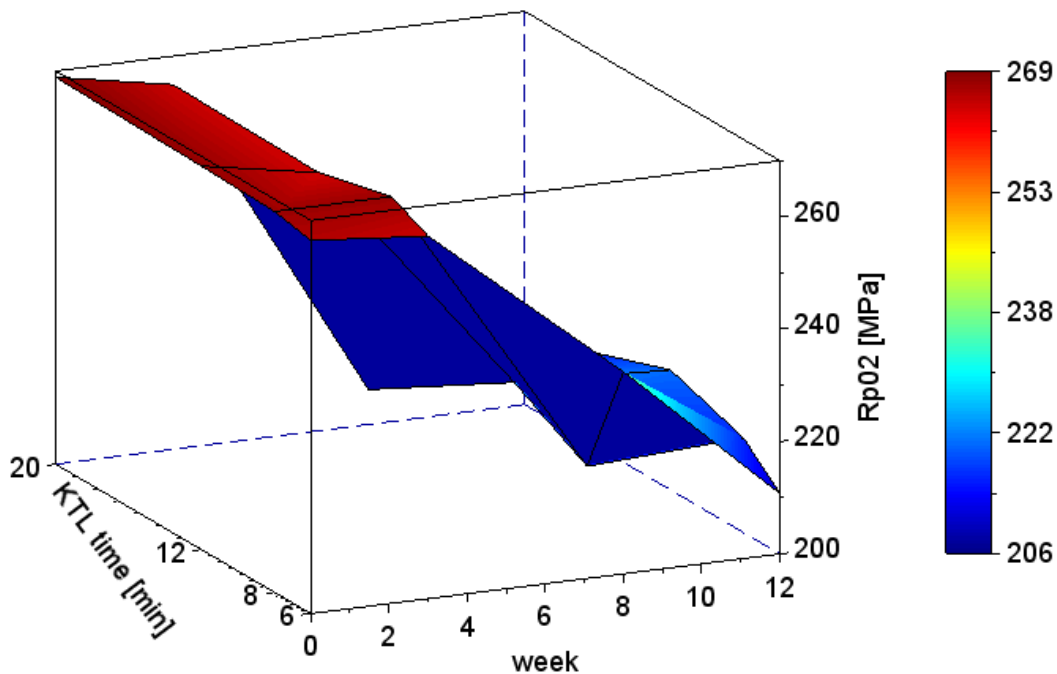


Obr. 12. Mez pevnosti pro CR 180 BH v závislosti na typu teplotní úpravy a týdnu stárnutí (2%)



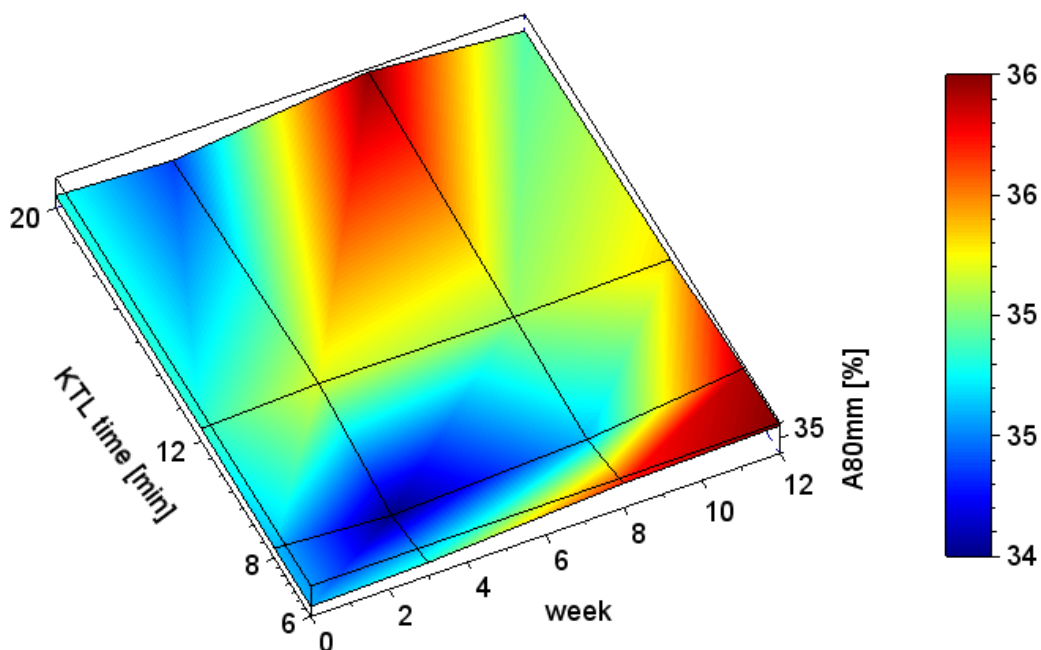
Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

BHsteel, prestrain 2 %, Rp02 [MPa]



Obr. 13. Smluvní mez kluzu pro CR 180 BH v závislosti na typu teplotní úpravy a týdnu stárnutí (2%)

BHsteel, prestrain 2 %, A80mm [%]



Obr. 14. Tažnost materiálu CR 180 BH v závislosti na typu teplotní úpravy a týdnu stárnutí (2%)



Univerzita Hradec Králové
Katedra Fyziky
budova č. 1, Nám. Svobody 301, Hradec Králové
Telefon: 495 061 189

5. Závěr

Vlivem tepelných úprav došlo k očekávaným změnám hodnot mechanických vlastností. Obecně je možno říci, že se materiál zachoval v souladu s teoretickými poznatky a došlo ke zpevnění materiálu vlivem počátečních deformací a následného vytvrzovacího procesu. Změny mechanických vlastností materiálu v čase přirozeného stárnutí nejsou příliš významné, což je pro zadavatele projektu vyhovující zjištění.

Konečné posouzení provede zadavatel.

Konec zkušebního protokolu