

DESIGN AND OPTIMIZATION OF EXTERNAL PLASTIC PANELS OF VEHICLES

A. Potěšil*, J. Cvejn*

Summary: *The aim of the paper is the presentation of our own complex approach to the design, construction and optimisation of external plastic panels of vehicles. As an example there are given results of a pre-development project, within which a plastic fender for a passenger car has been developed, fabricated and in co-operation with other companies tested in Peguform Bohemia, k.s. The contribution of the project is, among others, the presentation of data concerning feasibility of the suggested solution from the technological point of view, its high industrial level and its economical justifiability.*

1. Úvod

Firma Peguform Bohemia k.s. zaměřuje své vývojové aktivity i do oblastí, které nejsou předmětem konkrétních požadavků zákazníků. Využívá svých bohatých zkušeností s vývojem výrobků a výrobových modulů pro automobilový průmysl a snaží se motivovat zákazníky k novým aplikacím plastů v konstrukci automobilů. Pro odlišení od tradičních zákaznických vývojových projektů jsou takové projekty nazývány předvývojové.

Jedním z prvních řešených témat byl projekt „Plastový blatník“. Poznamenejme, že aplikace plastů na vnější díly vozidel je již dnes u řady světových výrobců vozidel standardem. Nicméně, tato řešení jsou závislá na ostatních zpracovatelských technologiích a mají svůj historický vývoj daný úrovní industrializace výrobních subjektů v daném časovém období. Nosným myšlenkovým prvkem při řešení nových předvývojových témat ve společnosti Peguform Bohemia, k.s. je využívání vlastních „know how“ technologií z oblasti vstřikování a tzv. „off line“ lakovacích procesů velkorozměrných plastových výrobků.

2. Hlavní projektové úkoly a prvky řešení předvývojových projektů

Komplexní projektové řešení nového technického díla je složitý proces, který se v průběhu své existence vyvíjí. Dosavadní zkušenosti ukazují, že v daném případě lze projektové úkoly pro předvývojový tým charakterizovat následujícími body:

* Doc. Ing. Antonín Potěšil, CSc.: LENAM, s.r.o., Klostermannova 690/15, 460 01 Liberec, tel: +420 485 222 369, fax: +420 485 222 399, e-mail: antonin.potesil@lenam.cz, Ing. Jiří Cvejn: Peguform Bohemia, k.s., Kubelíkova 604, 460 78 Liberec, tel.: +420 485 292 064, fax: +420 485 292 304, e-mail: j.cvejn@peguform.cz

- Nalézt koncepční potenciál, který umožní nahradit ocel plastem.
- Dosáhnout akceptovatelné ceny produktu optimalizací materiálového konceptu, jeho konstrukce, procesů zpracovatelských technologií i dalších ekonomických řešení.
- Prokázat plnou funkčnost plastových řešení (vyhovující životnost, redukce hmotnosti, integrace dílů, nízká teplotní dilatace apod.).
- Přinést zákazníkovi (odběrateli produktů) konkurenční výhody (odolnost při malým kolizích, výhodnější pojišťovací podmínky aj.).
- Přesvědčit zákazníka, aby zvolil nabízený nový koncept (JIT dodávky, logistika aj.)

Na straně řešení lze jeho hlavní prvky souhrnně formulovat následovně:

- ustavení „multifunkčního“ projektového týmu a sestavení rámcového plánu projektu
- benchmarkingová analýza, včetně provedení pečlivého patentového průzkumu
- výběr materiálového konceptu ve spolupráci s potenciálními dodavateli plastů
- nasazení účinných experimentálních metod, testů a měření
- maximální využití metod virtuálního prototypingu a testování (CAE, CAD, simulace MOLD FLOW, nasazení FEM a Multibody systémů)
- konstrukce a výroba zkušebních forem, nástrojů a přípravků
- využití vlastních zkušeností se vstřikováním velkých dílů
- využití vlastních zkušeností s technologiemi off-line lakování
- vyvinutí vlastních spojovacích a upevňovacích systémů mezi objekty sestav
- nasazení vlastních fyzikálních měření teplotní a strukturální odezvy plastových modulů
- výroba prototypů plastových dílů pro jízdní zkoušky u zákazníka
- spolupráce a podpora zákazníka při modifikaci montážních postupů
- aktivní využívání ochrany původních řešení a „know-how“ formou patentů a užitných vzorů

3. Aplikace moderních metod konstruování

V dalším textu uvedeme přístupy a výsledky předvývojového řešení plastového blatníku. Tématicky je pozornost věnována zejména nasazení konečně prvkových simulačních technologií i fyzikálních experimentů, které významně přispívají ke zkrácení konstrukčních cyklů a umožňují včas uskutečňovat důležitá rozhodnutí.

FEM simulace byly realizovány za následujících podmínek:

- Při dynamickém zatížení (teplota 23°C, modální analýza, rázové namáhání)
- Při statickém zatížení (teplota 23°C, test subjektivní tuhosti), viz obr. 1
- Při teplotním zatížení v intervalu teplot –40 až 90°C, viz obr. 2

Dále bylo provedeno porovnání odezev blatníků v provedení:

- ocelový plech vs vybrané materiálové koncepty z plastů
- vybrané materiálové koncepty z plastů

a rovněž byly analyzovány následující vlivy:

- vybrané konstrukční úpravy a řešení, možnosti integrace okolních dílů aj.
- okrajové podmínky (koncepty upevnění a související montáže blatníku)
- zohlednění hmotností příslušenství blatníků (podběhy, mřížky, nečistoty apod.)

Paralelně s numerickými simulacemi probíhaly fyzikální experimenty s cílem vytipování vyhovujících materiálových konceptů pro plastový blatník. Z těchto prací uveďme např. „Test subjektivní tuhosti na náhradním výrobku v rozsahu teplot -20 až 80°C “ (viz obr. 3) a „Test náhlého zatížení v rozsahu teplot -40 až 80°C “. Poznamenejme, že tyto testy nebyly „normativní“, ale byly speciálně navrženy a provedeny tak, aby co nejlépe charakterizovaly numerickými simulacemi predikované chování budoucího výrobku. Je samozřejmostí, že nebylo opomenuto realizovat další standardní a relevantní materiálové testy (tahové zkoušky, testy smrštění a teplotní dilatace, zkoušky rázové houževnatosti, technologické zkoušky tečení aj.).

Výsledkem shora uvedeného programu numerických simulací a fyzikálních experimentů byl návrh optimalizované konstrukce plastového blatníku s výběrem vhodného materiálu na bázi nových polypropylénů, včetně nejvhodnějšího systému jeho upevnění na karosérii vozu. Poznamenejme, že upevnění blatníku do karosérie vozidla je řešeno tak, aby bylo docíleno vyhovující montážní přesnosti (nalícování) mezi blatníkem a jeho okolím (viz obr. 4) a současně zajištěna řízená deformační schopnost plastového blatníku jak s ohledem na změnu teplot (-40 až 80°C), tak vzhledem k mechanickému namáhání při provozu vozidla, a to i při malých kolizích (parkování apod.).

Na základě získaných poznatků byla zhotovena datová dokumentace plastového blatníku a podle ní navržena konstrukce pokusné vstřikovací formy (viz obr. 5) a souvisejícího nářadí. Po jejich výrobě byla forma otestována a optimalizována. V současné době je tato forma úspěšně využívána k produkci skutečných, i když jen prototypových pravých předních blatníků nejmenšího sériově vyráběného osobního vozidla tuzemské provenience.

4. Verifikace funkční způsobilosti plastového blatníku

Nový konstrukční koncept každého výrobku prochází zpravidla přísnými zkouškami, aby obhájil svoji existenci na konkurenčním trhu. Nejinak je tomu i u prototypu plastového blatníku fy Peguform Bohemia, k.s. Z tohoto důvodu byly realizovány následující testy funkční způsobilosti:

- normativní testy kvality lakovacího procesu
- laboratorní klimatické testy podle příslušných normativů v rozsahu teplot -40 až 80°C (viz obr. 6a, b)
- testy subjektivní tuhosti - viz obr. 7a, b, c
- testy nízkocyklové únavy - viz obr. 8
- jízdní zkoušky za extrémních podmínek (zima, léto, sníh, led, šotolina apod.).

5. Závěr

Uvedený příspěvek mohl ukázat jen zlomek aktivit realizovaných v historicky krátké době v rámci předvývojových aktivit společnosti Peguform Bohemia, k.s. Dosavadní metodický přístup vedení a řízení předvývojových projektů má již své pozitivní výsledky díky efektivní týmové spolupráci s odbornou veřejností.

I když je prototypové řešení nového plastového konceptu blatníku podrobováno v současné době jak interním, tak externím kritickým pohledům má naději na brzkou realizaci. K tomu přispívají i ekonomické studie a nákladové rozborů investic potřebných pro sériovou produkci a montáž plastových blatníků. Navíc, předložené řešení má vyšší přidanou hodnotu a je konzistentní se světovými trendy, které v nedávné době nastartovali přední automobiloví producenti.

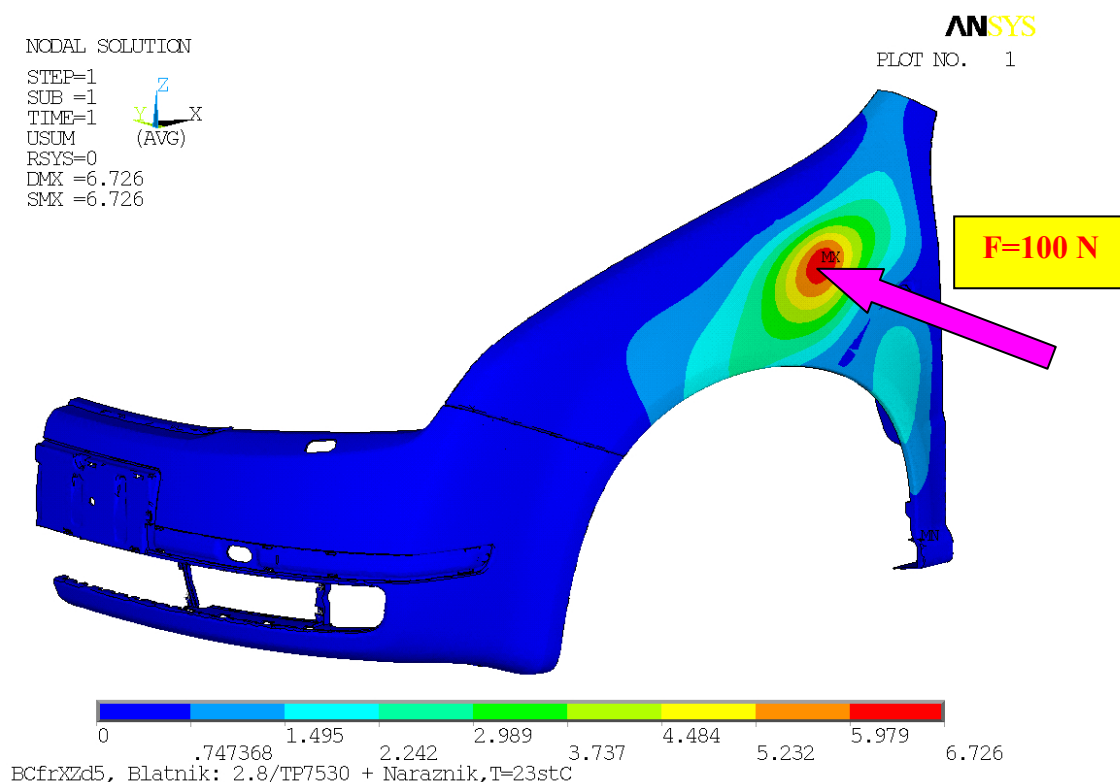
Komentář k vybraným detailům řešení, zejména odborného charakteru z pohledu mechaniky, bude předmětem prezentace na jednání konference.

6. Poděkování

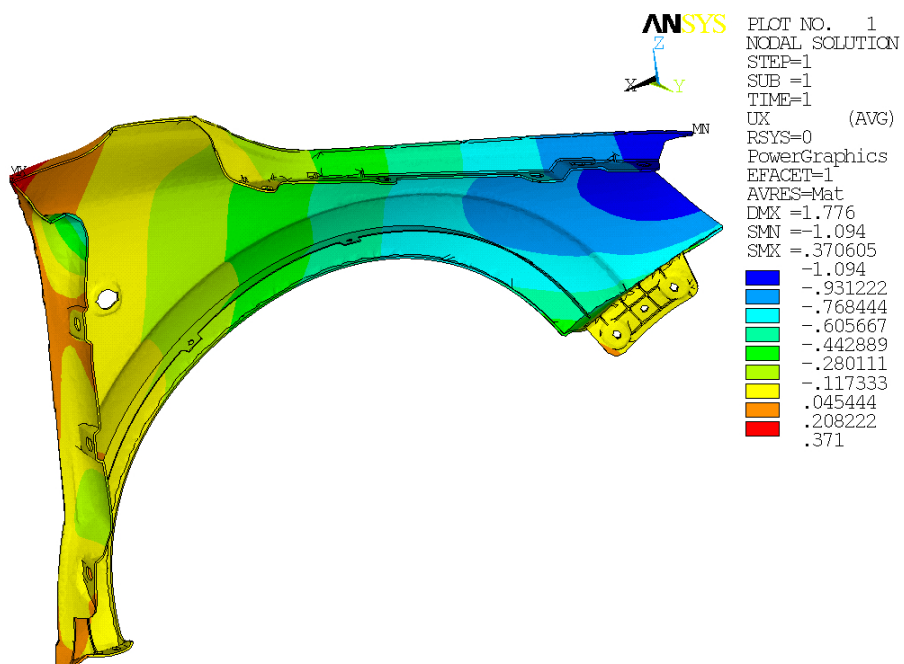
Autoři příspěvku děkují všem členům multifunkčního týmu, kteří se na projektu aktivně účastnili a svojí prací přispěli k jeho řešení. Čtenář tohoto příspěvku jistě promine to, že mu jména osob a kooperujících firem, zůstanou z důvodu dlouhého seznamu utajena.

7. Literatura

Cvejn, J. & Potěšil, A. (2003 & 2004) Dokumentace předvývojových projektů. *Interní archiv technických zpráv fy Peguform Bohemia, k.s.*



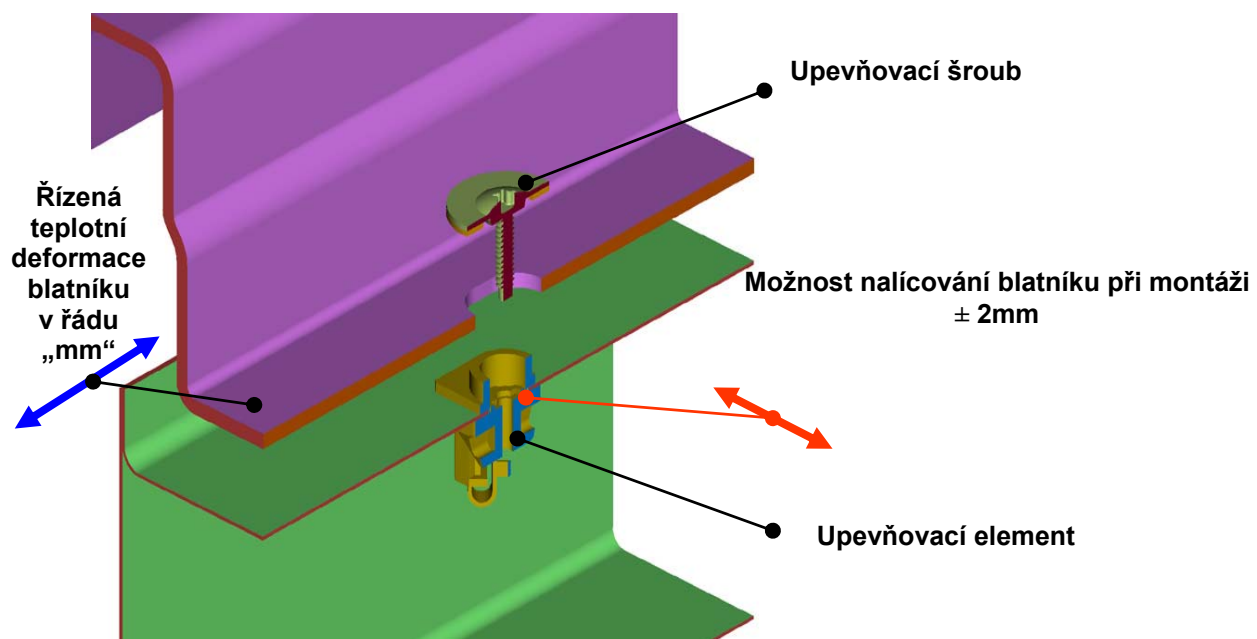
Obr. 1 – Simulace testu subjektivní tuhosti soustavy plastový blatník & nárazník



Obr. 2 – Příklad predikce teplotní deformace plastového blatníku do směru X, $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$



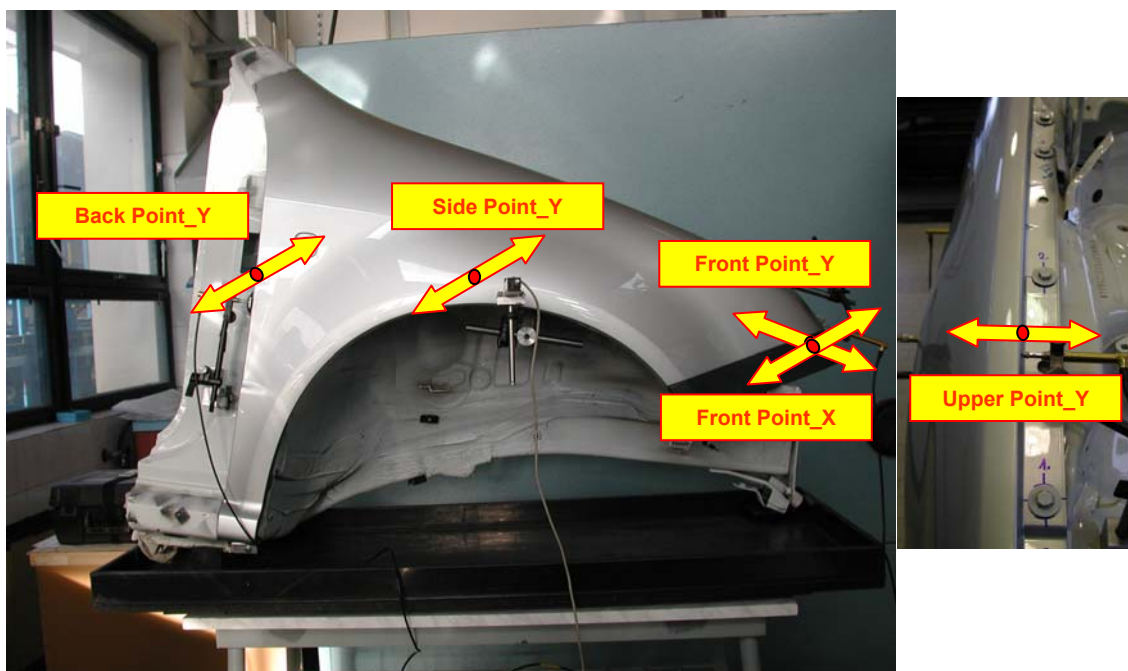
Obr. 3 – Přípravek pro měření subjektivní tuhosti plastových panelů za různých teplot



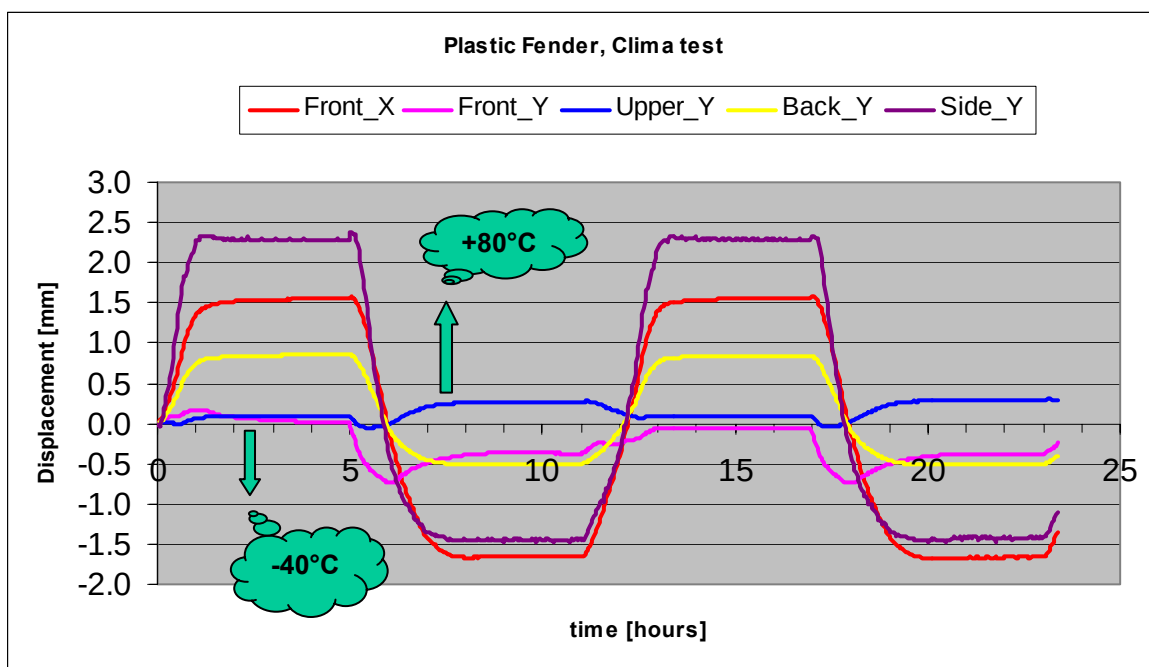
Obr. 4 – Schéma konceptu upevnění a montáže blatníku



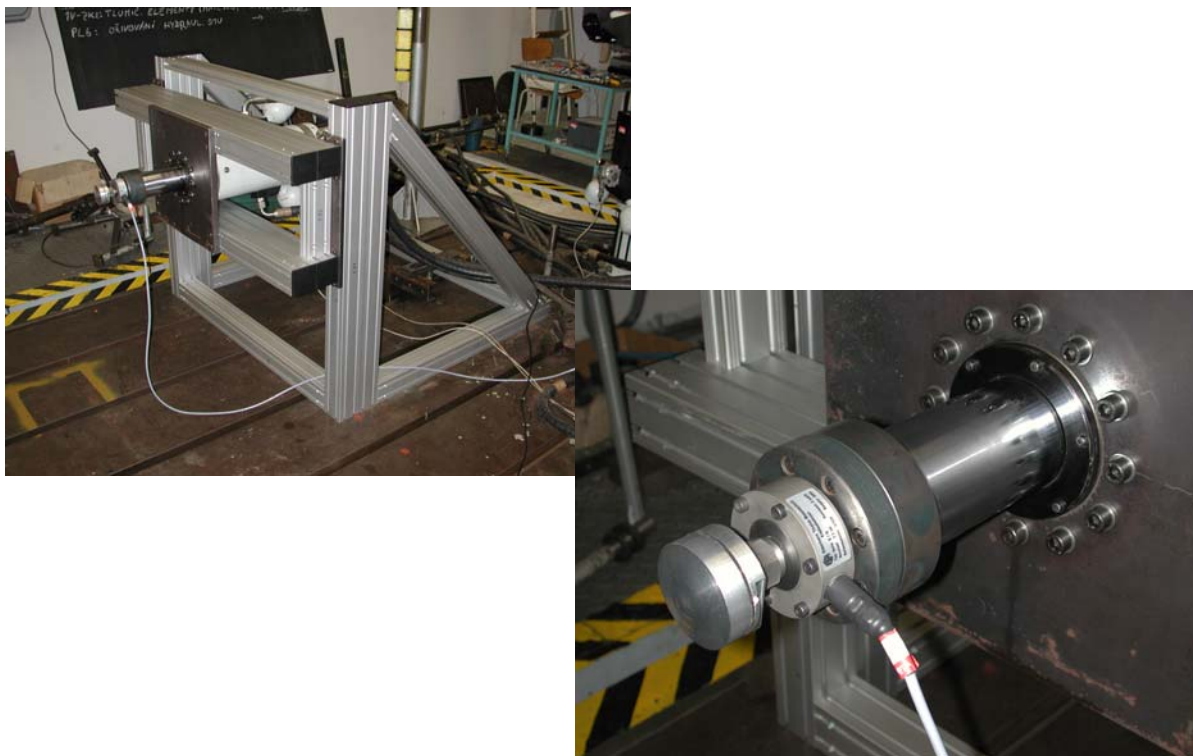
Obr. 5 – Pokusná vstřikovací forma vyrobená v Nástrojárně Peguform



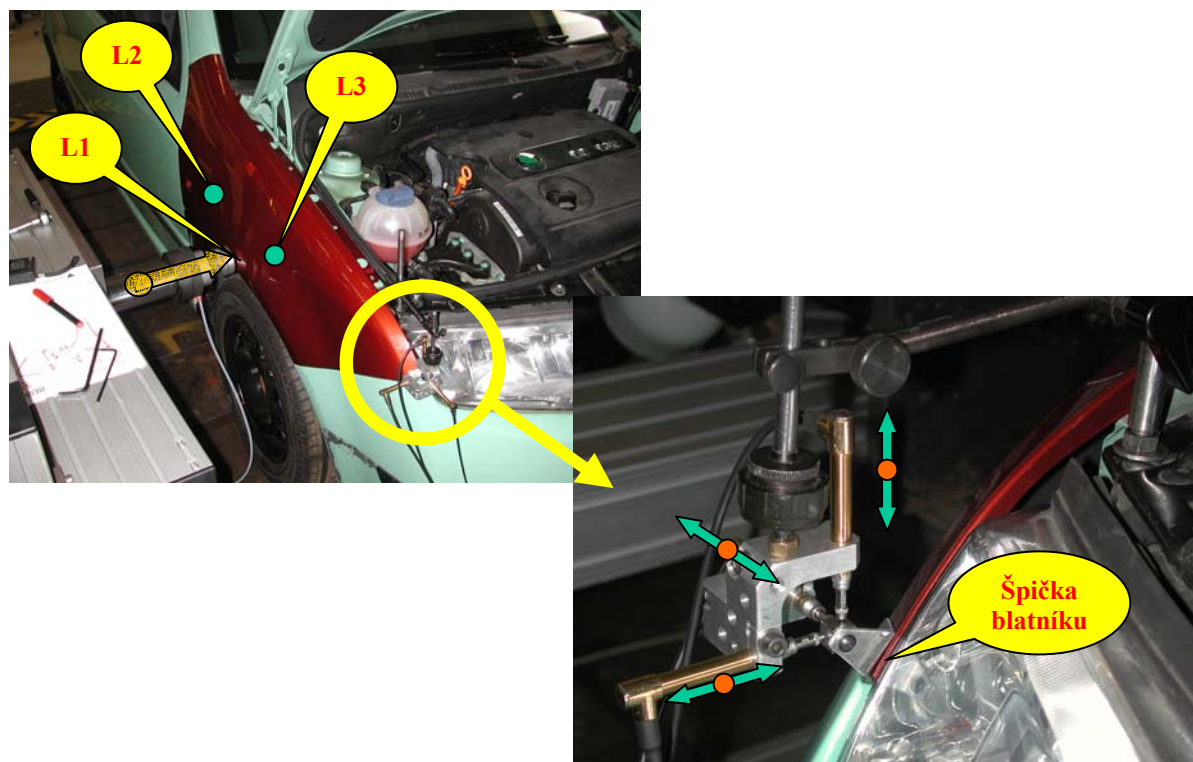
Obr. 6a – Experimentální uspořádání plastového blatníku pro klima test



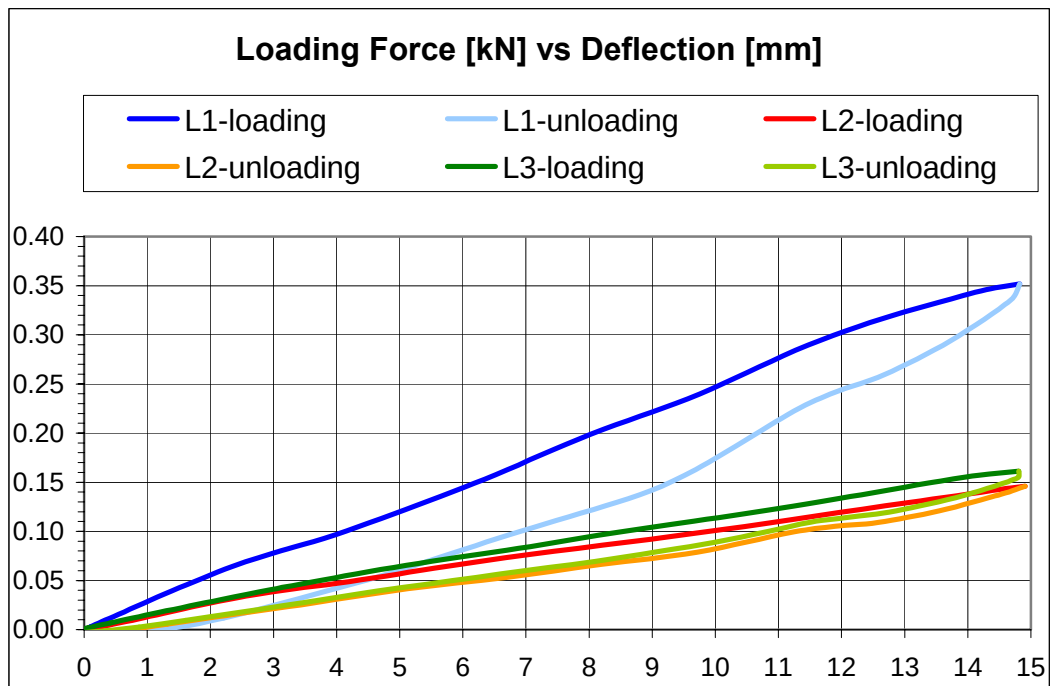
Obr. 6b – Posuvy vybraných bodů při klima testu



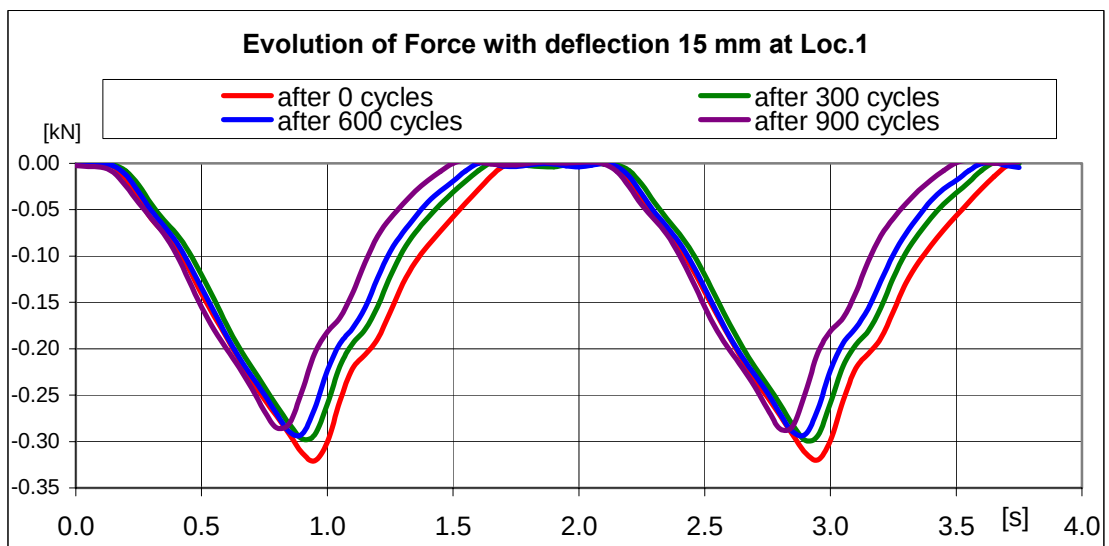
Obr. 7a – Zatěžovací rám pro realizaci testu subjektivní tuhosti a nízkocyklových zkoušek



Obr. 7b – Experimentální uspořádání testu subjektivní tuhosti a nízkocyklové únavy



Obr. 7c – Charakteristiky subjektivní tuhosti plastového blatníku v místech L1 až L3



Obr. 8 – Průběh síly mezi zatěžovací hlavou a blatníkem v místě L1
při nízkocyklovém zatěžování