

Tvorba automatizovaných testů pro systém Thermo

Bc. Matěj Novotný

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav informatiky a umělé inteligence

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Matěj Novotný**
Osobní číslo: **A22307**
Studijní program: **N0613A140022 Informační technologie**
Specializace: **Softwarové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Tvorba automatizovaných testů pro systém Thermo**
Téma práce anglicky: **The creation of automated tests for the Thermo system**

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s výrobní aplikací Thermo ve společnosti Continental.
2. Navrhněte vhodné scénáře k otestování zátěže kritických částí aplikace Thermo.
3. Implementujte zátěžové testy ve vhodné technologii.
4. Integrujte zátěžové testy do procesu CI (Continuous integration).
5. Vyhodnoťte přínosy zvoleného řešení.

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

Seznam doporučené literatury:

1. AXELROD, Arnon. *Complete Guide to Test Automation: Techniques, Practices, and Patterns for Building and Maintaining Effective Software Projects*. Apress, 2018. ISBN 1484238311.
2. DUSTIN, Elfriede; RASHKA, Jeff a PAUL, John. *Automated Software Testing*. Addison-Wesley Professional, 1999. ISBN 0201432870.
3. MYERS, Glenford J.; BADGETT, Tom a SANDLER, Corey. *The art of software testing*. 3rd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, c2012. ISBN 1118031962.
4. MOLYNEAUX, Ian. *The Art of Application Performance Testing*. 2nd ed. O'Reilly Media, 2014. ISBN 1491900547.
5. PAUL, DuBois. *MySQL Cookbook: Solutions for Database Developers and Administrators*. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2014. ISBN 1449374026.
6. YORKSTON, Keith. *Performance Testing: An ISTQB Certified Tester Foundation Level Specialist Certification Review*. Apress, 2021. ISBN 1484272544.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA**
Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce: **5. listopadu 2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2024**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 5. ledna 2024

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou 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 práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem této práce je návrh automatizovaných zátěžových testů pro systém Thermo společnosti Continental Barum, jejich provedení a následné zpracování naměřených dat. Teoretická část obsahuje obecný úvod do problematiky automatického testování a zátěžovými testy se zabývá podrobněji. Dále uvádí použité programy a popis systému Thermo. V praktické části jsou pak popsány výsledky jednotlivých měření. Výsledky testů jsou vyhodnoceny ve formě tabulek a grafů.

Klíčová slova: automatizované testování, testování, zátěžové testování, testování systému

ABSTRACT

The goal of this thesis is to design automatized load tests for the Continental Barum's Thermo system, their execution and subsequent processing of the recorded data. The theoretic part of the thesis contains a general introduction to the field of automatic testing and focuses on load testing in more detail. It also provides a list of programs used and a description of the Thermo system. The practical part describes the results of the individual tests. The test results are represented as tables and graphs.

Keywords: automatized testing, testing, load testing, system testing

Tímto bych rád poděkoval prof. Mgr. Romanu Jaškovi, Ph.D., DBA, za vedení diplomové práce. Dále děkuji Ing. Luděkovi Koutnému a ostatním zaměstnancům firmy Continental Barum za nabídku tématu práce a pomoc při jejím zpracování, a své matce Lucii za morální podporu a cenné připomínky.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 AUTOMATICKÉ TESTY	11
1.1 ROSTOUCÍ VÝZNAM AUTOMATICKÉHO TESTOVÁNÍ.....	11
1.2 AUTOMATICKÉ TESTY OPROTI MANUÁLNÍM TESTŮM.....	12
1.3 DĚLENÍ AUTOMATICKÝCH TESTŮ	13
1.3.1 Funkcionální a nefunkcionální testy	13
1.3.2 Black box a white box testy	13
1.3.3 Dělení podle testovaných funkcí	13
1.3.3.1 Smoke Testing	13
1.3.3.2 Unit testing.....	13
1.3.3.3 Integroční testy.....	14
1.3.3.4 Systémové testy	14
2 ZÁTĚŽOVÉ A VÝKONOSTNÍ TESTY	15
2.1 NEZBYTNÉ KROKY PŘED NÁVRHEM ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ	16
2.2 DĚLENÍ ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ	17
2.2.1 Load testy	17
2.2.2 Stress testy.....	17
2.2.3 Testy škálovatelnosti (Scalability testing)	17
2.2.4 Hrotové testy (Spike testing).....	18
2.2.5 Výdržové testy (Endurance testing)	18
2.2.6 Souběžové testy (Concurrency testing)	18
3 POUŽITÉ NÁSTROJE	19
3.1 APACHE JMETER.....	19
3.2 BLAZEMETER.....	20
3.3 GOOGLE CHROME	20
4 POPIS SYSTÉMU THERMO	21
4.1 JEDNOTLIVÉ STRÁNKY SYSTÉMU A JEJICH FUNKCE	21
4.1.1 ArticleOverview	21
4.1.2 Bladder	21
4.1.3 BladderAssignment	21
4.1.4 CompoundMaster	22
4.1.5 CompoundPlant.....	22
4.1.6 CureSpecification	22
4.1.7 Displacement.....	22
4.1.8 External Heating.....	22
4.1.9 InsideMedia	22
4.1.10 Dashboard	23
4.1.11 PieceCode.....	23
4.1.12 PieceCodeSegment.....	24
4.1.13 MainPressType.....	24
4.1.14 PressType	24
4.1.15 PlantPressType	24
4.1.16 PT100	24

4.1.17	ThreeSigmaMaster	24
4.1.18	TireSpec	24
4.1.19	CureSystem	24
4.1.20	CureMethod.....	25
4.1.21	CuringPeriod	25
4.1.22	Matrix	25
4.1.23	KFaktor	25
4.1.24	TirePosition	25
4.1.25	TireZone	25
4.1.26	CuringZone	25
4.1.27	CTCE.....	25
4.2	POUŽITÉ TECHNOLOGIE	26
4.2.1	Blazor	26
4.2.2	MSSQL	26
II	PRAKTIKÁ ČÁST	27
5	NÁVRH A IMPLEMENTACE TESTOVACÍCH SCÉNÁŘŮ	28
6	NAČTENÍ JEDNOTLIVÝCH STRÁNEK SYSTÉMU.....	29
6.1	ARTICLEOVERVIEW	29
6.2	BLADDER	30
6.3	BLADDERASSIGNMENT	31
6.4	COMPOUND MASTER.....	32
6.5	CURESPEC.....	33
6.6	DISPLACEMENT	34
6.7	EXTHEATING.....	35
6.8	INSIDEMEDIA	36
6.9	PIECECODE	37
6.10	PIECECODESEGMENT	38
6.11	PLANTPRESSTYPE	39
6.12	THREESIGMA MASTER.....	40
6.13	TIRE SPECS.....	41
6.14	PT100	42
6.15	DASHBOARD.....	43
6.15.1	První request Role/THERMO	44
6.15.2	Druhý request Role/THERMO	45

6.16	CTCE.....	46
6.17	CURESYSTEM.....	47
6.18	CUREMETHOD.....	48
6.19	CURINGPERIOD	49
6.20	PRESSTYPE.....	50
6.21	MAINPRESSTYPE	51
6.22	KFAKTOR.....	52
6.23	TIREPOSITION	53
6.24	MATRIX.....	54
6.25	TIREZONE	55
6.26	COMPOUNDPLANT.....	56
6.27	CURINGZONE	57
6.28	GRAFY.....	58
6.29	ZÁVĚR.....	62
7	ZOBRAZENÍ DETAILŮ PRO POLOŽKU V TABULCE	63
7.1	ARTICLEOVERVIEW	63
7.2	COMPOUNDMASTER.....	64
7.3	CURESPEC.....	65
7.4	DISPLACEMENT	66
7.5	PIECECODESEGMENT	67
7.6	PLANTPRESSTYPE	68
7.7	THREESIGMAMASTER.....	69
7.8	CUREMETHOD.....	70
7.9	CTCE.....	71
7.10	CURINGPERIOD	72
7.11	GRAFY.....	73
7.12	ZÁVĚR.....	77
8	ÚPRAVY TESTŮ PRO INTEGRACI DO PROCESU CONTINUOUS INTEGRATION	78
	ZÁVĚR	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	80
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM TABULEK.....	83
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

Automatizované testy systémů je obor, jehož význam neustále narůstá s nástupem nových metod vývoje softwaru vyžadujících častější testování. Souběžně s tím informační systémy nejrůznějších typů (výrobní, bankovní, sociální, vzdělávací...) kladou stále větší nároky na stabilitu a bezchybný výkon a musí odolávat neustále se zvyšujícímu počtu přistupujících uživatelů. I z těchto důvodů je důležitým aspektem každého systému zátěž, pod kterou dokáže fungovat spolehlivě a v rámci požadovaných parametrů.

Teoretická část práce je dělena na čtyři ucelené bloky. První představuje obecný úvod do problematiky automatizovaných testů, porovnává je s manuálními testy a uvádí příklad jejich možného dělení podle různých kritérií.

Druhá část se zaměřuje pouze na zátěžové testy, kterými se pak zabývá i praktická část práce. Vedle popisu zátěžových testů uvádí také nutné předpoklady pro jejich tvorbu a jejich základní klasifikaci.

Další pak popisuje programy využitelné pro tvorbu a provádění automatizovaných zátěžových testů, které byly použity v průběhu tvorby této práce.

Poslední kapitola teoretické části popisuje systém Thermo firmy Continental Barum, pro který byly zátěžové testy vyvíjeny. Obsahuje výčet jednotlivých stránek systému i se stručným popisem jejich účelu, a také popis technologií použitých při tvorbě tohoto systému.

Praktická část pak popisuje jednotlivé navržené testovací scénáře a výsledky měření. Naměřená data jsou zpracována do tabulek statistik pro jednotlivé testy, a také do grafů pro porovnání reakcí jednotlivých stránek systému na zátěž.

Na závěr praktické části je uveden popis programu vytvořeného pro postupné automatické spuštění všech testů vedoucí ke zefektivnění celého testovacího procesu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 AUTOMATICKÉ TESTY

Pod pojmem „automatické testování softwaru“ se rozumí použití jiného softwaru pro řízení, případně plánování, testů pomocí testovacích skriptů a následné zpracování jejich výsledků. Jejich význam je zřetelný zejména v případě, kdy je potřeba testy provádět opakovaně. Automatizace testů výrazně zefektivňuje proces testování.

1.1 Rostoucí význam automatického testování

Hlavním významem automatického testování, a testování softwaru obecně, je zaručit stabilitu a přesnost funkce programu po celou dobu jeho vývoje. [1]

Se rozšiřujícím se využitím Agile metod vývoje software roste i význam testování softwaru. V předchozím přístupu k vývoji – tedy nejprve vše naplánovat, pak vytvořit a následně otestovat funkčnost produktu, bylo nutné provést jen relativně nízké množství testů. Proto bylo výhodnější tyto testy provést manuálně, než je automatizovat.

Většina moderních projektů v oblasti softwaru je na tento přístup ale až příliš komplexní – naplánování všech aspektů programu před začátkem jeho vlastní tvorby do neměnného definitivního plánu není realistický předpoklad.

Metody Agile, charakteristické svou schopností přizpůsobovat se při vývoji aktuální situaci a novým požadavkům, v průběhu vývoje produkují velké množství verzí programu. Každou verzi je potřeba testovat, aby k odstranění případné chyby došlo co nejdříve. Testování každé verze manuálně je časově podstatně náročnější než testování dokončeného programu, proto je výhodnější testy zautomatizovat. Tyto testy, které mají ověřit, že změny v programu oproti předchozí verzi nezpůsobily nežádoucí změny v chování programu, se nazývají regresní testy. [1]

Specifickou možností implementace automatických testů, možnou díky rychlosti jejich provádění, je koncept „Continuous Integration“ - automatické ověřování funkčnosti kódu po aplikaci změn, které vývojář provedl ve své lokální verzi programu a chce je přenést do hlavního repozitáře kódu sdíleného se zbytkem týmu (tzv. *commit*, *push* nebo *submit*) [2] Tímto se zaručí bezchybnost kódu v repozitáři.

S vývojem nových prvků a funkcionalit produktu je potřeba zároveň vyvíjet také nové testy, které mají za cíl ověřit jejich funkcionalitu nebo pracují s jejich existencí.

1.2 Automatické testy oproti manuálním testům

Jedním z možných přístupů pro tvorbu automatizovaných testů je automatizace již existujících plánovaných manuálních testů – existujících postupů pro testování, které musí jednotliví testeři provádět. Nejjednodušším způsobem automatizace manuálních testů je vytvoření záznamu manuálního testu – program zaznamenává akce prováděné testerem (interakce s uživatelským rozhraním, http žádosti,...), a zaznamenaná sekvence je poté spouštěna automaticky.[2]

Daleko obtížnější je automatizace detekce chyb. Snadno implementovatelným, ale naivním řešením by bylo porovnávat výstup programu se „správným“ výstupem porovnáváním obrazovky. Toto má podstatné nedostatky – data, která na správnost chování programu nemají žádný vliv, se mohou lišit (rozdílení, zobrazované datum a čas...).

I pokud by se tento nedostatek odstranil vyznačením části snímku, která na výsledek testu nebude mít vliv, tato metoda ověřování správnosti nedokáže rozlišit mezi předpokládanou a nepředpokládanou změnou chování – s každou novou verzí programu očekáváme změnu chování v podobě nově implementovaných prvků nebo úpravě těch stávajících. Pro správnou funkci automatických testů je tedy třeba správně a specificky definovat předpokládaný výsledek testu.

Vedle plánovaných testů, majících jasné postupy které testeři musí dodržovat, ale existují i testy průzkumné (exploratory). Průzkumné testy nemají žádný přesně daný postup, a tak poskytují testerovi maximální volnost – může „prozkoumávat“ systém a zkoušet všechny jeho funkcionality. Cílem průzkumného testování je odhalení co největšího množství chyb. [2]

Tyto lze automatizovat ve formě testu, který náhodně nebo sekvenčně zasílá vstupy z velkého množství možných vstupů. Při pokusu o automatizaci průzkumného testování ale narážíme na problém právě v cíli testování – odhalení neznámých chyb. Aby test mohl identifikovat chybu, musí mít definované očekávané chování systému v konkrétním případě, zatímco tester by toto chování odhadl intuitivně. S rostoucí komplexností testovaného systému výrazně roste komplexnost pravidel pro vyhodnocení výsledku testu.

Silnou stránkou automatických testů tedy není nalézání co nejvíce chyb, ale rychlé poskytnutí zpětné vazby o chování systému.

Výhody automatizovaných a manuálních testů spojují semi-automatizované testy. Tyto automaticky vykonávají samotné kroky testu výrazně rychleji než lidé, ale samotné vyhodnocení výsledků a posouzení úspěšnosti testu je pak provedeno manuálně testery. [2]

1.3 Dělení automatických testů

Automatické testy lze stejně jako softwarové testy obecně dělit podle různých kritérií

1.3.1 Funkcionální a nefunkcionální testy

Funkcionální testy se zabývají tím, zda systém odpovídá požadavkům uživatelů na jeho funkci. Testují tedy prvky potřebné pro to, aby plnil svůj účel.

Nefunkcionální testy naopak testují ty funkce a prvky systému, které s jeho účelem nesouvisí. Konkrétním případem může být zabezpečení, rychlost odezvy nebo jak systém pracuje při různých úrovních zatížení.

1.3.2 Black box a white box testy

Black box testy interagují se systémem jako celkem a zabývají se pouze vstupy a výstupy. Nezáleží na tom, jak systém ze vstupu výstup odvodil, pouze pokud je výstup správný. [3]

U white box testů nezáleží pouze na tom, aby na základě vstupu systém došel ke správnému výstupu, protože se zabývají celým postupem. Pracují se znalostmi vnitřního fungování systému, a tak se často používají, pokud je potřeba otestovat jen konkrétní funkcionalitu bez vlivu ostatních částí systému. [3]

1.3.3 Dělení podle testovaných funkcí

1.3.3.1 *Smoke Testing*

Smoke testing ověřuje funkcionalitu pouze těch nejzásadnějších částí systému, které jsou potřeba pro pokročilejší testování. Pouze pokud je tento test úspěšný, přechází se na další. Tento přístup výrazně šetří čas – v případě selhání není třeba provádět ostatní testy. [1]

1.3.3.2 *Unit testing*

Jedná se o první fázi testování po smoke testingu – systém je považován za připravený na testování. Unit testing ověřuje funkcionalitu všech jednotlivých funkcí systému odděleně, bez závislosti na ostatních. Jedná se o white box testy – k unit testování potřebujeme znalosti

vnitřního dělení systému na jednotlivé funkcionality (jednotky/moduly), jinak lze systém testovat pouze jako celek.

Výhodou unit testingu je snazší debugging – pokud je detekována chyba, víme přesně ve kterém modulu se vyskytuje. Další možností, co toto testování nabízí, je paralelní testování – lze testovat více modulů současně pomocí souběžně spuštěných automatických testů. [3]

1.3.3.3 Integrační testy

Integrační testy jsou prováděny poté, co je unit testing úspěšně dokončen. Testují interakci jednotlivých prvků – jak spolu jednotlivé funkce pracují a jestli důsledkem jejich vzájemné činnosti nedochází k chybám. Integrační testování probíhá v iteracích, kdy jsou z jednotlivých prvků postupně tvořeny testované subsystemy. [4] Tento přístup usnadňuje lokalizaci chyb – je známo ve kterém subsystemu se chyba vyskytla. Samotné testování je také rychlejší z důvodu menšího počtu rozhraní mezi jednotlivými funkcionalitami systému.

1.3.3.4 Systémové testy

Systémové testy jsou posledním typem testu, prováděným po úspěšném integračním testování. Jedná se o testování systému jako celku, a jde tedy převážně o black-box testování. Systémové testy, pro svou komplexnost způsobenou nutností testovat celý systém na rozdíl od jeho komponent, bývají prováděny týmem testerů. Protože cílem těchto testů je simulovat chování běžného uživatele, který se systémem nemusí mít zkušenosti, se jedná o externí tým nezávislý na samotných vývojářích systému. [4]

2 ZÁTĚŽOVÉ A VÝKONOSTNÍ TESTY

Zátěžovým testům je věnována speciální kapitola, protože se jimi zabývá praktická část diplomové práce. Tyto jsou typickým příkladem nefunkčních testů. Nezabývají se funkcemi, které uživatelé od systému požadují, ale jinými důležitými aspekty systému – v tomto případě chováním a výkonností systému pod určitou zátěží – jako konkrétní příklad lze uvést velké množství uživatelů přistupujících na server ve stejnou dobu. Definice „dobré výkonnosti“ systému je vysoce subjektivní a závisí na konkrétním systému. U webových stránek, jako například systém Thermo kterým se zabývá praktická část práce, patří mezi nejdůležitější faktory sledované zátěžovými testy rychlost odezvy a výskyt chyb – jak chyby, tak příliš pomalou odezvu se snažíme eliminovat nebo přinejmenším minimalizovat.

Chyby, které tvůrce u zátěžových testů zajímají nejvíce, souvisejí právě s vysokou zátěží – konkrétním příkladem pro webové stránky může být vypršení spojení (Connection timed out) – systém žádost nevyřídil včas a tak se stránka, případně jiná data k zobrazení, nenačetla.

U ostatních chyb, které se zatížením systému nesusouvisejí, lze očekávat, že již byly odhaleny během předchozích testů. To ale neznamená, že je vhodné se zátěžovými testy zabývat až na konci vývoje systému, kdy jsou ostatní chyby odstraněny – zátěžovými testy spuštěnými po každé změně systému lze dříve detekovat, že se výkon systému zhoršuje a příčinu odstranit – s největší pravděpodobností je zhoršení způsobeno poslední změnou, zatímco pokud testujeme již skoro dokončený systém, je odhalení příčiny nízké výkonnosti podstatně časově náročnější.

Obvyklou příčinou nízkého výkonu systému je neefektivní práce s daty - posíláme více dat, než je nutné, například příliš velké obrázky na webové stránce nebo redundantní komunikace mezi serverem a klientem, špatně navržená databáze a procedury pro získávání dat z ní.

Častým důvodem, proč dochází k návrhu systémů se slabou výkonností pod očekávatelným zatížením je fakt, že výkon a škálovatelnost systému nebyly brány v úvahu při původním návrhu a tvorbě daného systému. V konkrétním případě, kdy tento systém je webová aplikace jako Thermo, je už při návrhu důležité odhadnout, mimo jiné, následující faktory:

- 1) Kolik uživatelů bude systém od začátku používat?
- 2) Kolik uživatelů ho bude používat ve stejnou dobu?
- 3) Jak přibližně může počet uživatelů v budoucnosti narůst?
- 4) Jak budou uživatelé k systému přistupovat?
- 5) Kolik serverů budeme mít k dispozici? [5]

Velkou výhodou, kterou mají automatizované zátěžové testy v porovnání s těmi manuálními, je možnost simulace uživatelů. Pokud provádíme čistě manuální zátěžový test, každý uživatel je reálná osoba – pokud simulujeme, tak už je část testu automatizovaná. Zátěžové testy se běžně provádějí pro počet uživatelů v rámci stovek a tisíců – u větších projektů ještě podstatně více. Zajistit, aby takový počet uživatelů provedl synchronně stejné úkony, je nepraktické až neproveditelné. Naproti tomu automatizované nebo semi-automatizované zátěžové testování umožňuje definovat úkony a počet simulovaných uživatelů, a následně je vše provedeno synchronně a zcela automaticky.

2.1 Nezbytné kroky před návrhem zátěžových testů

Při stanovování deadline pro tvorbu systému je nutné si alokovat dostatečné množství času na zátěžové testy. Je nutné brát v potaz nejen čas potřebný pro určení a tvorbu jednotlivých testovacích scénářů, naměření dostatečného množství dat a vyřešení odhalených problémů. Ještě před návrhem a provedením zátěžových testů je potřeba provést kroky, které je v procesu časového plánování také potřeba zohlednit. [5]

V prvním kroku před návrhem zátěžových testů je třeba se ujistit, že testovaný systém je dostatečně stabilní a funkční – je zbytečné testovat zátěž na systému, který správně nefunguje ani pro jediného uživatele. K tomu slouží jiné typy testů.

Další nutností před samotným testováním je zajistit konzistentní kód – mezi jednotlivými testy nebo v jejich průběhu by se samotný testovaný kód měl měnit pouze minimálně a tým testerů by o tom měl být informován. Skripty testů jsou totiž většinou závislé na konkrétní verzi systému – jedná se o sérii requestů a očekávaných odpovědí ze strany serveru. Jakákoliv změna již existujících testovaných requestů způsobí, že test už nebude aktuální.

Pokud je systém připraven na testování, je nutné vytvořit prostředí pro zátěžové testy. Pod pojmem testovací prostředí se rozumí software pro tvorbu a spouštění testů a hardware, na kterém poběží. Cílem je, aby se toto prostředí co nejvíce blížilo produkčnímu. Vytvářet však jeho přesnou repliku je ale z hlediska ceny a komplexity testovaného systému většinou nepraktické. Testovací prostředí musí být schopné simulovat více uživatelů současně pomocí virtualizace (provádění více úloh současně na stejném zařízení) nebo cloud computingu (použití vzdálených zařízení). [5]

Následující krok je určení cíle – jak velkou zátěž má systém zvládat, a co přesně rozumíme pod pojmem „zvládat zátěž“. Mezi časté metriky, které tento požadavek obsahuje, patří neustálá dostupnost systému, rychlá reakce na požadavky uživatelů, absence chyb přenosu a dostatečně vysoký podporovaný počet uživatelů používajících systém ve stejnou dobu. [5]

2.2 Dělení zátěžových testů

Existuje více typů testů, které měří odezvu systému nebo jeho části pod různou úrovní zátěže.

2.2.1 Load testy

Load testy se zabývají tím, jak systém zvládá předpokládanou zátěž – počet uživatelů se tedy drží v rozmezí hodnot, které lze v běžném provozu očekávat. [6]

2.2.2 Stress testy

Stress testy simulují výrazně větší zátěž, než kterou návrháři systému předpokládají. Cílem je tedy vidět, jak se bude systém chovat při nedostatku výpočetních zdrojů a případně ho zátěží "rozbít" a díky tomu určit maximální možnou zátěž a která část systému selže jako první. [6]

2.2.3 Testy škálovatelnosti (Scalability testing)

Tyto testy se zaměřují na to, jak se může navýšit počet uživatelů, aniž by byly porušeny požadavky na výkon a funkčnost. Na rozdíl od stress testů tedy není hledána zátěž, po jejímž překročení systém selže, ale pouze ta, po jejímž překročení systém přestává odpovídat požadavkům. [6]

2.2.4 Hrotové testy (Spike testing)

Hrotové testy se zabývají reakcí systému na prudké navýšení zátěže a její následný návrat do stálého stavu. Cílem je zjistit, jak dlouho potrvá, než se systém z tohoto navýšení zotaví. [6]

2.2.5 Výdržové testy (Endurance testing)

Výdržové testy se zabývají stabilitou systému za určité zátěže při dlouhodobém provozu – délka testu závisí na konkrétním systému, měření jednoho výdržového testu může trvat dny a v extrémních případech i týdny. [6]

2.2.6 Souběžové testy (Concurrency testing)

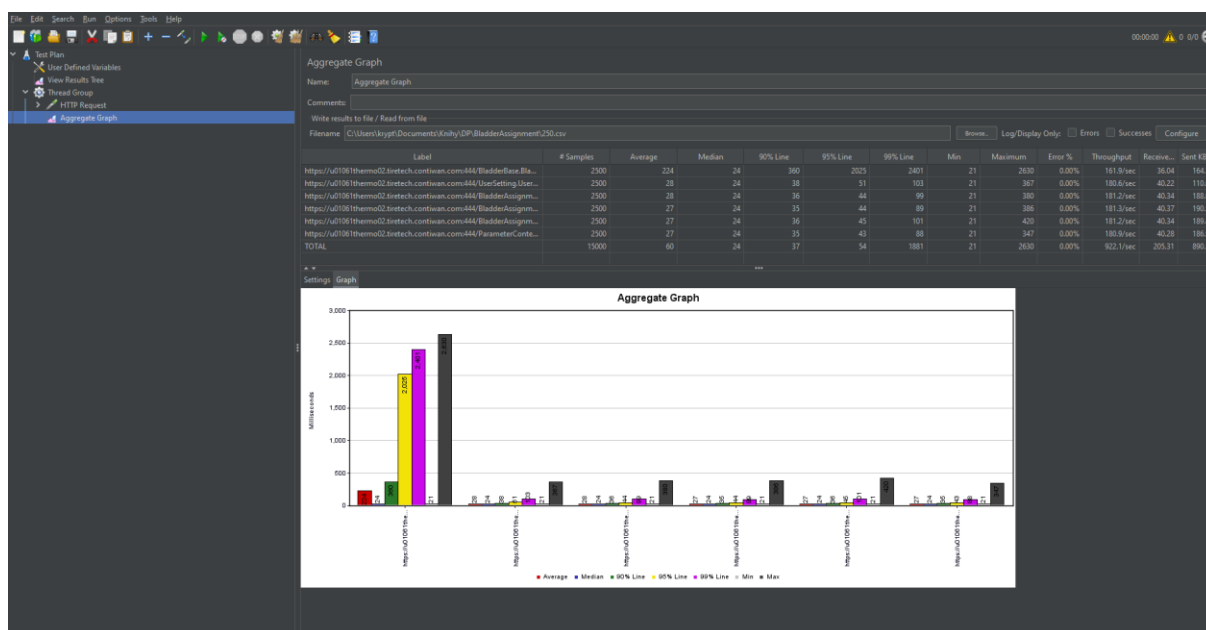
Souběžové testy zkoumají reakci systému na situaci, kde více uživatelů současně provede stejnou činnost, jako konkrétní příklad lze uvést přihlášení. Tyto testy dělíme podle úrovně souběhu. Aplikační souběh je nejnižší úroveň, kdy uživatelé používají systém ve stejnou dobu ale pro různé aktivity. U procesového souběhu všichni uživatelé vykonávají stejnou aktivitu – například vyhledávání, přihlašování... U transakčního souběhu uživatelé odešlou stejnou žádost ve stejný čas (kliknutí na tlačítko vyhledat / přihlásit...). [6]

3 POUŽITÉ NÁSTROJE

3.1 Apache JMeter

Apache JMeter (dále pouze JMeter) je program sloužící pro provádění automatických zátěžových testů, a nabízí širokou škálu simulovatelných requestů pro přesné opakování činnosti uživatelů a serveru. Jednotlivé requesty se ukládají ve skupinách vláken (thread-group). Pro každou skupinu je možno nastavit, jaký počet uživatelů má být simulován a kolikrát má být simulace opakována.

Měřená data jsou po uplynutí testu zpracovávána speciálními moduly „Listenery“. Těch je několik druhů a slouží ke generování rozdílných typů zpráv o výsledcích měření. Lze si vypsat detaily všech odeslaných/přijatých requestů, nebo vygenerovat statistiky a graf z dat týkajících se doby odezvy.



Obrázek 1: Ukázka vygenerovaného grafu pro jednotlivé requesty

JMeter lze spustit jak v režimu GUI, tak z příkazového řádku. Režim GUI umožňuje provádět úpravy v nastavení testu, zatímco spuštění z příkazového řádku klade výrazně menší nároky na výkon. GUI se u zátěžových testů, které jsou na výkonnost velmi náročné z důvodu nutnosti simulovat velké množství uživatelů, doporučuje používat pouze pro plánování a debugging testů. [7]

3.2 BlazeMeter

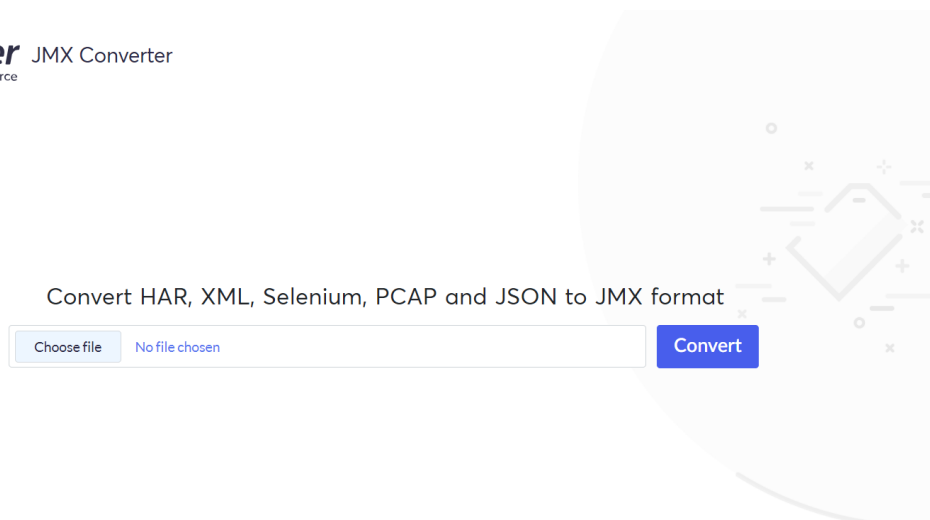
BlazeMeter je webová služba a rozšíření vyvíjené společností Perforce Software pro webový prohlížeč Google Chrome. Rozšíření BlazeMeter slouží pro záznam aktivity a následné generování testů pro program JMeter. Samotná služba BlazeMeter pak lze použít jako alternativa programu JMeter pro samotné simulování testů.

Hlavní výhodou, kterou má BlazeMeter v porovnání s JMetrem je fakt, že simulace probíhají v cloudu. Testování tedy není omezeno výkonem zařízení, které tester používá. [8] Nevýhodou pak je, že bezplatná verze podporuje jen nízký počet simulovaných uživatelů.

Další nástroj nabízený vývojářem BlazeMetru je konvertor z běžných formátů záznamu webové aktivity (har, xml, selenium...) do formátu .jmx, se kterým pracuje právě JMeter. Tento je dostupný na adrese <https://converter.blazemeter.com>.

Právě tento konvertor byl během návrhu testů použit, protože záznam webové aktivity pomocí rozšíření BlazeMeter se ukázal jako nepřesný.

 **BlazeMeter** JMX Converter
by Perforce



Brought to you by [BlazeMeter](#)

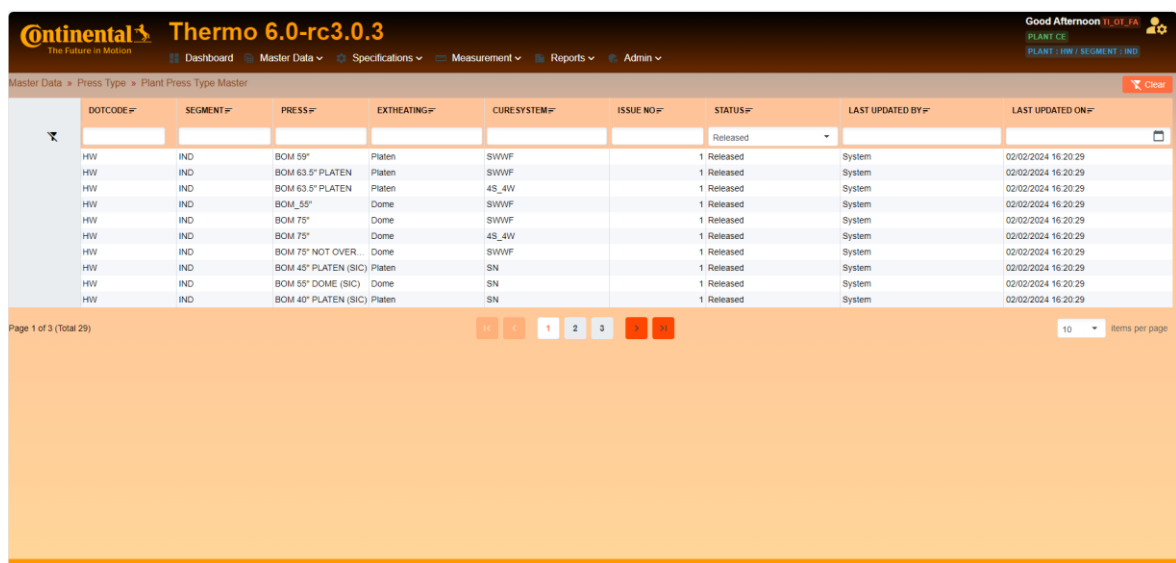
Obrázek 2. Webová stránka využitá pro převod souborů na formát .jmx [9]

3.3 Google Chrome

Pro samotný záznam aktivity, kterou pak měl JMeter simulovat, byl použit prohlížeč Google Chrome. Tento, jako většina moderních prohlížečů, nabízí v rámci nástroje pro vývojáře zobrazení a následný export komunikace mezi prohlížečem a vzdáleným serverem. Tyto záznamy prohlížeč exportuje ve formátu .har.

4 POPIS SYSTÉMU THERMO

Systém Thermo je webový systém sloužící ke správě specifikací různých typů pneumatik a parametrů pro jejich lisování. Tyto specifikace jsou tvořeny kombinací vstupních parametrů, a jak specifikace tak parametry jsou přiřazeny ke konkrétnímu závodu firmy Continental Barum a také segmentu – konkrétní využití daného typu pneumatik (průmysl, agrikultura...). Typická stránka systému Thermo se skládá z tabulky, do které jsou následně načtena data.



DOTCODE#	SEGMENT#	PRESS#	EXTHEATING#	CURESYSTEM#	ISSUE NO#	STATUS#	LAST UPDATED BY#	LAST UPDATED ON#
HW	IND	BOM 59"	Platen	SWWF		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 63 5" PLATEN	Platen	SWWF		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 63 5" PLATEN	Platen	4S_4W		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 55"	Dome	SWWF		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 75"	Dome	SWWF		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 75"	Dome	4S_4W		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 75" NOT OVER...	Dome	SWWF		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 45" PLATEN (SIC)	Platen	SN		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 55" DOME (SIC)	Dome	SN		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29
HW	IND	BOM 40" PLATEN (SIC)	Platen	SN		1 Released	System	02/02/2024 16:20:29

Obrázek 3. Ukázka webové stránky systému Thermo

4.1 Jednotlivé stránky systému a jejich funkce

4.1.1 ArticleOverview

Tabulka ArticleOverview slouží pro určení segmentu, pod který daná specifikace spadá.

4.1.2 Bladder

Celkový seznam všech používaných typů duší (bladderů) v rámci celého koncernu. Každý typ duše je zde zastoupen pouze jednou.

4.1.3 BladderAssignment

Přiděluje jednotlivým duším závod, segment, typ lisu a typ pneumatiky, ve kterém se využívají. Jedna duše může být využita vícekrát pro různé specifikace.

4.1.4 CompoundMaster

Celkový seznam všech směsí pro výrobu gumy v rámci celého koncernu. Každá směs je zastoupena pouze jednou.

4.1.5 CompoundPlant

Podobně jako u stránky BladderAssignment, upřesňuje ve kterých závodech a pro které segmenty se jednotlivé směsi využívají. Jedna směs může být využita ve více závodech i segmentech.

4.1.6 CureSpecification

Vytváří specifikaci uvádějící kompletní informace o průběhu lisování – typ pneumatiky, typ lisu, segment, rozměry, lisovací systém a metoda, teploty, vstup medií do procesu, doba lisování...

4.1.7 Displacement

Propojuje jednotlivé specifikace pneumatik a lisování.

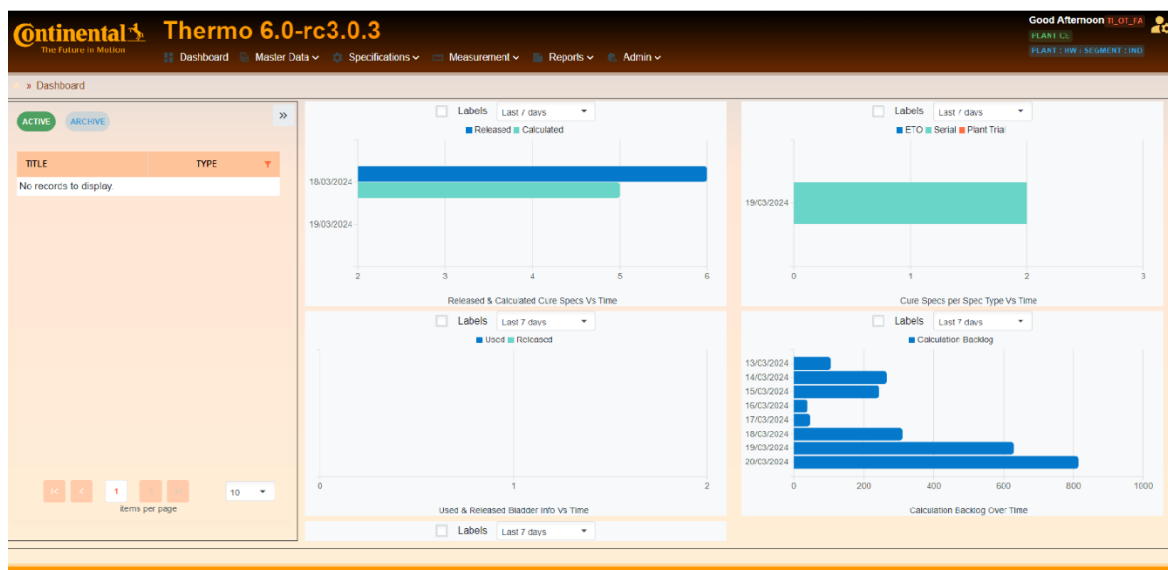
4.1.8 External Heating

Jedná se o seznam metod externího vyhřívání lisu.

4.1.9 InsideMedia

Stránka obsahuje seznam dostupných medií, které vstupují do procesu lisování.

4.1.10 Dashboard



Obrázek 4. Stránka Dashboard

První stránka, kterou uživatel po vstupu do systému uvidí. Obsahuje celkem pět grafů zaznamenávajících aktivitu v systému.

1. **Calculated Cure Specs Vs Time** – kolik bylo za dané období vypočítáno nových lisovacích specifikací a kolik jich bylo uvolněno.
2. **Cure Specs per Spec Type Vs Time** – kolik bylo za dané období vytvořeno lisovacích specifikací a kolik jich bylo daného typu:
 - Experimentální (ETO)
 - Produkční (Seriaů)
 - Zkušební (Trial)
3. **Used & Released Bladder Info Vs Time** – kolik bylo použito a uvolněno bladderů v daném období
4. **Calculation Backlog Over Time** – kolik výpočtů bylo provedeno v daném období
5. **Missing Compounds Over Time** – počet pokusů o přístup ke specifikaci, kterou její tvůrce neuvolnil pro výrobu v daném období.

4.1.11 PieceCode

Celkový seznam všech PieceCodů (různé části pneumatiky, tvořené různými směsmi) v rámci koncernu. Každý je zastoupen pouze jednou.

4.1.12 PieceCodeSegment

Přiděluje jednotlivé PieceCody konkrétním závodům a segmentům. Jeden PieceCode může být využíván ve více závodech a segmentech, a tak může v tabulce být zastoupen vícekrát.

4.1.13 MainPressType

Seznam hlavních typů lisů které se v koncernu používají.

4.1.14 PressType

Seznam všech typů lisů, které se v koncernu používají.

4.1.15 PlantPressType

Přirazuje lisy jednotlivým závodům a segmentům. Uvádí, jaký je v závodech zastoupen lisovací systém a typ externího zahřívání.

4.1.16 PT100

Celkový seznam typů senzoru PT100. Jedná se o tepelné senzory používané při procesu lisování.

4.1.17 ThreeSigmaMaster

Seznam metod pro výpočet bezpečnostních rezerv. Ke každé lisovací metodě přiřazené k určitému závodu a segmentu se vybere jedna, pro bezpečné dolisování všech částí pneumatiky. Bezpečnostní rezerva určuje čas, po který se má pneumatika na daném lisu lisovat i poté, co uběhne vypočtený čas pro lisování.

4.1.18 TireSpec

Obsahuje seznam všech specifikací pneumatik – ze kterých konkrétních částí z tabulky PieceCode se skládají.

4.1.19 CureSystem

Popisuje jednotlivé lisovací systémy – jak probíhá lisování. V prvním kroku je pneumatika vulkanizována parou. Následně je potřeba ji opět zchladit. Rozdílné systémy tento problém řeší různými chladicími médii – voda, dusík...

4.1.20 CureMethod

Data popisují, jak bude pneumatika dle dané specifikace lisována – teplota, lisovací systém, externí teplota. Lisovací metody tedy parametrizují lisovací systémy.

4.1.21 CuringPeriod

Data popisují, co se děje před lisováním, během něj a po něm.

4.1.22 Matrix

Jedná se o databázi matic obsahujících exponenty. Tyto matice jsou využívány ve výpočtech v rámci systému Thermo.

4.1.23 KFaktor

Data slouží pro výpočet bezpečnostní rezervy pro dolisování, a jsou vypočítána na základě matic z tabulky Matrix.

4.1.24 TirePosition

Na pneumatice se měří/počítá až 8 pozic, které jsou pro ni kritické. Proto se pro ně počítají lisovací časy, aby se dosáhlo správného dolisování. Těchto 8 pozic je přesně definováno, a u jednotlivých specifikací se určuje, které při výrobě pneumatiky měřit.

4.1.25 TireZone

Data rozlišují dvě zóny u lisování. Toto slouží ke specifikacím, když má některá z nich být lisovaná pod jinou teplotou než druhá.

4.1.26 CuringZone

Systém rozlišuje několik tepelných zón, interní teplotu v bladder, externí teplotu kontejneru, tepelnou vrchní „desku“, tepelnou spodní „desku“ atd.

4.1.27 CTCE

Zkratka CTCE znamená Cure Time Calculation Equations. Tabulka obsahuje data potřebná pro výpočet doby vytvrzení jednotlivých specifikací pneumatik.

4.2 Použité technologie

4.2.1 Blazor

Webová aplikace Thermo je navržena v Blazoru. Blazor je webový framework umožňující vytváření interaktivních komponent uživatelského rozhraní webových aplikací tím, že standardní HTML a CSS kombinuje s jazykem C#. [10]

Blazor lze implementovat ve dvou hostingových modelech, Blazor Server a Blazor WebAssembly. U Blazor Serveru dojde po připojení na webovou stránku k dynamickému vygenerování HTML odpovědi na základu kódu stránky, a teprve tato odpověď je odeslána zpět ke klientovi. Výhodou je, že přenášíme menší množství dat a nezasíláme samotný kód pro generování stránky, pouze výsledný HTML kód. [10] Tento model využívá i systém Thermo.

U modelu WebAssembly zasílá server celý kód pro generování stránky, a ten je na základě C# instrukcí převeden do HTML na zařízení koncového uživatele. Výhodou je rychlejší načítání stránky, protože vygenerovaná stránka se nemusí ze serveru přenášet na klienta. [10]

4.2.2 MSSQL

Důležitou součástí systému Thermo jsou data, se kterými pracuje. Tyto načítá z SQL databáze. MSSQL (Microsoft SQL) je společně s např. MySQL jedním z nejrozšířenějších systémů pro správu databází. Systémy pro správu databází umožňují z databází načítat data či jejich obsah upravovat pomocí příkazů v jazyce SQL (Structured Query Language). [11]

Databázové systémy používají architekturu klient-server. Data v databázi jsou uložena na serveru a lze k nim přistupovat klienty – speciální program určený pro správu databází nebo samotné systémy, které s daty pracují. [11]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH A IMPLEMENTACE TESTOVACÍCH SCÉNÁŘŮ

System Thermo je webová aplikace, a interakce běžného uživatele se systémem spočívá v načítání jednotlivých stránek a případného prohlížení detailů, pokud to daná stránka nabízí. Právě tyto scénáře byly vybrány pro simulaci, protože se jedná o základ systému. Tímto byla pokryta většina interakcí, které systém umožňuje.

Při návrhu testovacích scénářů byla vzata v úvahu informace poskytnutá majitelem systému, že se aktuálně počítá s přibližně 500 uživateli. Tito se nachází v různých časových pásmech a lze tedy předpokládat, že ne všichni budou systém používat ve stejném čase. Nicméně je možné předpokládat, že počet uživatelů v budoucnosti naroste i přes 1000. Systém byl tedy testován pro 250, 500, 1000, 1500 a 2000 uživatelů současně.

Pomocí prohlížeče Google Chrome byla nahrána komunikace mezi prohlížečem a serverem, a na základě toho vytvořen automatizovaný test. Ten byl pro každý počet uživatelů spuštěn desetkrát pro větší přesnost. V čase je započten jak čas pro načtení stránky, tak pro načtení informací z databáze do tabulky nebo grafu.

Testy nebyly spouštěny v GUI režimu jMeteru, ale pomocí příkazového řádku. To výrazně snížilo náročnost na paměť počítače. To je u automatických zátěžových testů důležité, protože simulace jednotlivých uživatelů je náročná na paměť. Výsledky jsou tedy méně zkrácené. Naměřené hodnoty byly exportovány do .csv souboru, a z těchto souborů pak byly modulem Aggregate Graph jMeteru vygenerovány statistiky o následujících údajích:

- Čas odezvy (ms)
 - průměr
 - medián
 - 90. percentil (90% všech hodnot je nižší)
 - 95. percentil
 - 99. percentil
 - minimum
 - maximum
- Chyby (%)
- Průchodnost systému / throughput (vyřízené transakce/s)
- Síťová komunikace (KB/s)
 - odeslaná data
 - přijatá data

6 NAČTENÍ JEDNOTLIVÝCH STRÁNEK SYSTÉMU

Zcela základním testem je jednoduché měření doby odezvy pro načtení stránek jednotlivých systémů. Jedná se o nejčastější úkon, který je uživateli prováděn.

6.1 ArticleOverview

Tabulka 1. Statistiky pro stránku ArticleOverview

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	381	478	711	1865	4628
Medián	131	135	145	438	1280
90. percentil	479	506	752	1378	7062
95. percentil	2700	3573	5611	14984	37240
99. percentil	3096	4691	7310	17553	42099
Minimum	100	100	100	100	105
Maximum	4401	6812	9500	27760	79731
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	277,556	482,178	947,165	1312,35	1205,666
Přijatá data	61,81	107,36	210,89	292,2	268,45
Odeslaná data	262,98	457,04	897,58	1240,31	1139,39

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Doba odezvy se stoupajícím stupněm zatížení stoupá u prvních tří stupňů pomaleji, u posledních dvou se však zhoršování výrazně zrychluje. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.2 Bladder

Tabulka 2. Statistiky pro stránku Bladder

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	259	1305	822	986	1939
Medián	72	41	324	153	539
90. percentil	380	6634	2068	3837	3049
95. percentil	1984	12199	5830	6631	15499
99. percentil	2471	15299	6600	10193	18719
Minimum	21	22	22	21	22
Maximum	2870	15804	7909	29327	22315
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	730,78	305,904	1035,09	492,481	808,244
Přijatá data	162,71	68,11	230,47	109,74	179,96
Odeslaná data	743,63	311,28	1053,28	501,1	822,45

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

Stránka Bladder patří ke stránkám s nejnižší dobou potřebnou pro odezvu. Důvod k tomu je ten, že pro její načtení je potřeba pouze jeden request.

6.3 BladderAssignment

Tabulka 3. Statistiky pro stránku BladderAssignment

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	361	672	1976	4092	4930
<i>Medián</i>	144	297	1418	2612	3811
<i>90. percentil</i>	540	786	3888	3132	11106
<i>95. percentil</i>	2252	4166	8289	19678	17454
<i>99. percentil</i>	2881	4971	10501	21745	22074
<i>Minimum</i>	126	126	126	125	209
<i>Maximum</i>	4530	6594	25029	26022	62649
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	922,112	1529,754	1793,293	1644,637	1833,209
<i>Přijatá data</i>	205,31	340,61	399,29	366,19	408,18
<i>Odeslaná data</i>	890,59	1477,47	1732	1588,43	1770,55

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy.

6.4 Compound Master

Tabulka 4. Statistiky pro stránku CompoundMaster

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	349	461	838	943	1352
Medián	81	81	78	81	81
90. percentil	428	477	451	775	454
95. percentil	2772	3888	7671	8735	12648
99. percentil	3194	4428	8374	10431	14807
Minimum	60	60	60	60	60
Maximum	3815	5153	9529	14457	17278
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	66,038	135,555	259,937	376,976	499,002
Přijatá data	14,7	3018	57,88	83,93	11,1
Odeslaná data	68,02	139,6	267,7	388,24	413,98

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži.

Doba potřebná pro načítání stránky je až po 90. percentil relativně stabilní. Nad touto se nacházejí extrémní hodnoty, které se s rostoucí zátěží zvyšují výrazněji. K výraznému zhoršení dochází také mezi 90. a 95. percentilem bez ohledu na zátěž.

6.5 CureSpec

Tabulka 5. Statistiky pro stránku CureSpec

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	262	438	566	732	1206
Medián	48	48	50	48	54
90. percentil	493	720	631	1636	838
95. percentil	2151	3928	5167	7211	11213
99. percentil	2644	4451	6179	8904	14189
Minimum	42	42	42	42	42
Maximum	3535	5045	7018	13180	17036
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	79,55944	165,013	311,103	449,775	560,248
Přijatá data	17,71	36,75	69,27	100,14	124,75
Odeslaná data	81,88	169,82	320,16	462,86	576,42

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži.

Medián doby odezvy je velmi stabilní. Nicméně, délka doby odezvy nad hodnotou mediánu se s rostoucí zátěží výrazně zvyšuje. K výraznému zhoršení dochází také mezi 90. a 95. percentilem bez ohledu na zátěž.

6.6 Displacement

Tabulka 6. Statistiky pro stránku Displacement

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	608	721	1642	2844	5302
Medián	135	170	1078	2069	3001
90. percentil	523	873	1815	5410	4574
95. percentil	4866	5323	7567	11006	28524
99. percentil	5306	7333	9021	14131	31721
Minimum	100	103	105	107	109
Maximum	6579	9080	11293	21002	43763
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	409,947	758,916	956,038	990,425	926,565
Přijatá data	91,28	174,99	212,87	220,53	206,31
Odeslaná data	394,79	756,54	918,42	951,64	891,91

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Doba odezvy se stoupajícím stupněm zatížení stoupá u prvních dvou stupňů pomaleji, u dalších se však zhoršování výrazně zrychluje. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.7 ExtHeating

Tabulka 7. Statistiky pro stránku ExtHeating

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	544	484	1133	955	1327
Medián	98	173	156	369	441
90. percentil	129	747	2471	2585	5952
95. percentil	4618	3301	9642	6413	9208
99. percentil	4943	3805	11683	7801	12456
Minimum	47	21	22	22	22
Maximum	5010	6483	12824	12310	19523
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	425,098	743,826	668,0473	857,29	963,809
Přijatá data	94,65	165,62	148,74	190,88	214,6
Odeslaná data	432,16	756,17	679,14	871,52	979,81

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.8 InsideMedia

Tabulka 8. Statistiky pro stránku InsideMedia

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	308	459	1191	1116	2516
Medián	52	186	373	547	541
90. percentil	463	573	1106	1828	2803
95. percentil	2578	2996	9039	6688	21016
99. percentil	3149	3372	9616	7482	23881
Minimum	25	23	23	22	21
Maximum	3474	3673	9990	9249	27872
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	582,615	962,649	751,541	1169,408	656,965
Přijatá data	129,72	214,34	167,34	260,38	146,28
Odeslaná data	594,56	982,39	766,95	1193,39	670,44

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.9 PieceCode

Tabulka 9. Statistiky pro stránku PieceCode

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	343	457	2277	3606	4670
<i>Medián</i>	82	178	387	108	313
<i>90. percentil</i>	515	817	899	15089	3297
<i>95. percentil</i>	2698	3107	19485	34193	44032
<i>99. percentil</i>	3139	4509	20118	49346	49588
<i>Minimum</i>	33	34	35	33	33
<i>Maximum</i>	3544	4048	20714	50711	56737
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	582,343	838,785	417,032	269,697	344,519
<i>Přijatá data</i>	129,66	186,76	92,85	60,05	273,65
<i>Odeslaná data</i>	590,87	851,07	423,14	273,65	349,57

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.10 PieceCodeSegment

Tabulka 10. Statistiky pro stránku PieceCodeSegment

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	396	515	1630	1681	2545
<i>Medián</i>	108	111	258	1005	1828
<i>90. percentil</i>	743	516	673	1821	3185
<i>95. percentil</i>	2813	4080	14338	8567	10991
<i>99. percentil</i>	3940	4800	15810	12296	13147
<i>Minimum</i>	82	84	84	84	84
<i>Maximum</i>	4723	7365	18004	15656	20834
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	345,295	701,91	1174,091	1395,631	1434,578
<i>Přijatá data</i>	76,89	156,3	261,42	310,75	319,42
<i>Odeslaná data</i>	318,04	645,79	1074,54	1283,27	1320,57

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.11 PlantPressType

Tabulka 11. Statistiky pro stránku PlantPressType

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	440	666	869	1299	1368
Medián	189	189	189	189	194
90. percentil	557	1091	999	614	1599
95. percentil	2801	4618	7184	11246	11550
99. percentil	3440	6517	8160	14034	16165
Minimum	147	140	140	140	142
Maximum	5227	9362	13186	17752	26170
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	93,074	194,93	357,236	546,945	717,973
Přijatá data	20,75	43,41	79,55	121,79	159,86
Odeslaná data	89,94	188,14	344,78	527,79	692,85

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Medián doby odezvy je stabilní, ale délka odezev, které ho překračují, se zhoršuje. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.12 ThreeSigmaMaster

Tabulka 12. Statistiky pro stránku ThreeSigmaMaster

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	393	451	725	788	892
Medián	81	80	81	81	87
90. percentil	351	404	1033	969	2069
95. percentil	3264	3828	6756	7027	7500
99. percentil	3592	4785	7830	9028	11010
Minimum	60	60	60	60	63
Maximum	4149	5617	10428	11728	15334
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	99,156	200,158	377,321	536,801	717,309
Přijatá data	22,08	44,56	84,01	119,52	159,72
Odeslaná data	87,95	177,57	334,32	475,44	635,12

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Medián doby odezvy je stabilní, ale délka odezev, které ho překračují, se zhoršuje. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.13 TireSpecs

Tabulka 13. Statistiky pro stránku TireSpecs

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	367	561	846	1437	2427
Medián	105	114	108	114	142
90. percentil	143	855	839	491	2882
95. percentil	2804	4207	8022	13132	22894
99. percentil	3184	5792	10893	15867	28471
Minimum	81	81	80	80	80
Maximum	3505	8612	14800	22881	47361
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	207,396	372,322	139,601	942,078	1034,902
Přijatá data	46,18	82,9	31,08	209,76	230,43
Odeslaná data	213,93	384,05	144	971,75	1067,5

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Medián doby odezvy je poměrně stabilní, ale délka odezev, které ho překračují, se zhoršuje. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.14 PT100

Tabulka 14. Statistiky pro stránku PT100

<i>Počet uživatelů</i>	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	458	664	1857	306	4493
<i>Medián</i>	162	190	1289	2445	3604
<i>90. percentil</i>	540	615	1817	3786	5113
<i>95. percentil</i>	3003	4851	8044	9694	17447
<i>99. percentil</i>	4165	5430	8778	12493	21395
<i>Minimum</i>	121	126	126	126	125
<i>Maximum</i>	5421	7825	10668	22045	30534
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	757,691	1329,493	1775,2	1957,756	1832,005
<i>Přijatá data</i>	168,7	296,02	395,25	435,91	407,91
<i>Odeslaná data</i>	775,33	1360,44	1816,52	2003,32	1874,64

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.15 Dashboard

Tabulka 15. Statistiky pro stránku Dashboard

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	5951	12976	41466	79400	154929
Medián	398	472	2527	4766	6832
90. percentil	946	1028	176827	365489	966247
95. percentil	55395	125507	436737	753681	1011021
99. percentil	105018	126688	441362	758116	1042285
Minimum	300	313	315	314	318
Maximum	109413	245120	497964	768512	1070730
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	396,825	439,188	287,466	253,935	176,297
Přijátá data	119,3	132,04	86,42	76,34	53
Odeslaná data	401,53	444,4	290,87	256,96	178,39

Dashboard je viditelně nejslabší článek celého systému. Většina stránek se načte i při nejvyšší měřené zátěži maximálně do jedné minuty. Tento čas není ideální, ale pro systém, jehož uživatelé nevyžadují naprosto okamžitý přístup k datům, je přijatelný. Navíc, nejvyšší zátěž je jen zcela hypotetický případ ke kterému nemusí vůbec dojít. Dashboard se ale i při nejnižší měřené zátěži, tedy polovině celkového předpokládaného počtu uživatelů, může načítat téměř dvě minuty.

Nicméně, u stránky Dashboard se nepředpokládá její časté načítání, a v případě přihlášení lze pomocí navigačního menu přejít na jinou stránku i před jejím plným načtením.

Výrazně vysoká doba načítání je způsobena requestem Role/THERMO. Tento je v rámci načítání stránky Dashboard odeslán dvakrát. Ostatní requesty v rámci načítání jsou i při nejvyšší zátěži vyřízeny do šesti vteřin.

Optimalizace metody Role/THERMO je žádoucí, případně úprava kódu stránky Dashboard, aby byla tato metoda volána pouze jednou.

6.15.1 První request Role/THERMO

Tabulka 16. Statistiky pro první volání Role/THERMO

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	3493	12195	27649	50221	79446
<i>Medián</i>	37	39	43	50	65
<i>90. percentil</i>	366	309	173627	359574	43887
<i>95. percentil</i>	47855	124217	260904	389885	519469
<i>99. percentil</i>	56926	124672	261747	390792	521613
<i>Minimum</i>	30	31	31	31	31
<i>Maximum</i>	57033	124867	262788	391189	522413
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	29,486	32,127	20,694	18,211	12,618
<i>Přijatá data</i>	22,66	24,69	15,9	14	9,7
<i>Odeslaná data</i>	24,36	26,54	17,1	15,05	10,42

Request je vyřízen bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji.

6.15.2 Druhý request Role/THERMO

Tabulka 17. Statistiky pro druhé volání Role/THERMO

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	2076	303	11348	24674	68396
Medián	37	39	43	49	64
90. percentil	94	84	151	215	474162
95. percentil	6807	110	171784	357163	481019
99. percentil	45358	146	173392	358675	483234
Minimum	30	31	31	31	31
Maximum	46457	113740	220178	359564	499522
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	32,326	33,721	22,461	33,381	12,778
Přijatá data	24,84	25,92	17,26	25,65	9,82
Odeslaná data	26,71	27,86	18,56	27,58	10,56

Request je vyřízen bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. Délka odezev je srovnatelná s tou u prvního requestu.

6.16 CTCE

Tabulka 18. Statistiky pro stránku CTCE

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	748	1127	1551	1374	2302
<i>Medián</i>	231	231	189	210	737
<i>90. percentil</i>	633	668	820	3887	4611
<i>95. percentil</i>	5478	9039	13613	11060	17380
<i>99. percentil</i>	6298	11399	16054	14289	20989
<i>Minimum</i>	180	182	140	140	140
<i>Maximum</i>	8064	13951	22694	40435	75043
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	195,916	416,102	753,98	1149,32	1334,199
<i>Přijatá data</i>	43,63	92,65	167,88	255,92	297,08
<i>Odeslaná data</i>	189,16	402,38	730,48	1112,3	1290,01

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Medián je u prvních čtyř stupňů zatížení relativně stabilní. Pouze v nejextrémnějších případech se stránka nenačte do minuty, a běžně se stihne načíst během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.17 CureSystem

Tabulka 19. Statistiky pro stránku CureSystem

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	388	653	3638	1802	1297
Medián	44	54	287	49	138
90. percentil	399	216	10142	871	1228
95. percentil	3430	6039	35356	17503	11540
99. percentil	3938	6787	36629	20187	15185
Minimum	21	22	24	21	21
Maximum	4349	7048	37306	21979	17615
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	506,483	644,912	248,367	652,713	1026,694
Přijatá data	112,77	143,59	55,3	145,33	228,6
Odeslaná data	514,4	654,99	252,25	662,91	1042,74

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírněji, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.18 CureMethod

Tabulka 20. Statistiky pro stránku CureMethod

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	513	985	846	2434	2174
<i>Medián</i>	108	112	112	345	1118
<i>90. percentil</i>	683	712	2337	1401	2166
<i>95. percentil</i>	4165	8809	7253	21557	13121
<i>99. percentil</i>	4550	9742	9277	23922	15920
<i>Minimum</i>	80	81	81	82	103
<i>Maximum</i>	5899	11278	15032	31901	31238
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	241,013	463,942	842,64	1145,957	1348,4
<i>Přijatá data</i>	53,66	103,29	187,63	255,16	300,22
<i>Odeslaná data</i>	247,66	476,71	865,62	1178,04	1385,47

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.19 CuringPeriod

Tabulka 21. Statistiky pro stránku CuringPeriod

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	466	588	879	1264	3578
Medián	26	25	33	27	33
90. percentil	269	343	411	365	706
95. percentil	4432	5642	8669	12753	35598
99. percentil	4904	6779	10157	15180	37362
Minimum	20	20	25	20	20
Maximum	5299	7318	11135	16309	38866
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	25,125	48,386	94,824	129,346	146,963
Přijatá data	5,59	10,77	21,11	28,8	32,72
Odeslaná data	25,54	49,19	96,4	131,49	149,4

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Medián doby odezvy je velmi stabilní, ale vyšší hodnoty se s rostoucím zatížením zhoršují. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.20 PressType

Tabulka 22. Statistiky pro stránku PressType

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	424	623	1443	1415	4668
<i>Medián</i>	61	141	455	313	655
<i>90. percentil</i>	311	562	1880	945	17841
<i>95. percentil</i>	3714	5051	11095	11548	41854
<i>99. percentil</i>	4032	5756	13397	15042	47433
<i>Minimum</i>	41	41	41	41	41
<i>Maximum</i>	4299	6228	16362	17474	70163
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	637,511	986,582	954,153	1297,802	674,752
<i>Přijatá data</i>	141,95	219,67	212,45	288,96	150,24
<i>Odeslaná data</i>	648,72	1003,92	970,93	1320,62	686,61

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. Jen v ne-jextrémnějších případech se ale stránka nenačte do minuty. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.21 MainPressType

Tabulka 23. Statistiky pro stránku MainPressType

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	431	704	905	1434	4475
Medián	74	50	74	471	338
90. percentil	531	1451	4907	822	1057
95. percentil	3655	6320	7926	10854	41925
99. percentil	4064	8031	9606	12164	46399
Minimum	33	33	35	22	21
Maximum	4184	14409	12217	12954	49270
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	478,927	333,556	681,292	874,228	373,587
Přijatá data	106,64	74,72	151,69	194,65	83,18
Odeslaná data	489,22	340,72	695,93	893,01	381,61

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.22 KFaktor

Tabulka 24. Statistiky pro stránku KFaktor

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	485	593	1093	1393	1912
Medián	81	145	303	631	771
90. percentil	135	585	993	2408	1584
95. percentil	4189	4577	8238	9293	13804
99. percentil	4506	5612	10546	12081	17976
Minimum	52	52	42	42	41
Maximum	4780	6194	12294	15277	20650
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	614,704	1009,489	1171,715	1360,544	1338,643
Přijatá data	136,87	224,77	260,89	302,93	1064,69
Odeslaná data	633,01	1039,56	1206,61	1401,07	1378,51

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.23 TirePosition

Tabulka 25. Statistiky pro stránku TirePosition

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	602	841	1637	3255	3679
<i>Medián</i>	108	287	531	1132	1048
<i>90. percentil</i>	326	845	2208	1684	2854
<i>95. percentil</i>	4968	6026	12552	23333	29344
<i>99. percentil</i>	5874	6714	14762	24947	32343
<i>Minimum</i>	69	45	42	286	44
<i>Maximum</i>	6349	7271	17890	26066	35447
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	674,782	1018,123	938,571	851,257	928,656
<i>Přijatá data</i>	150,2	226,69	208,98	189,45	206,77
<i>Odeslaná data</i>	687,1	1037,01	955,99	867,05	945,89

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.24 Matrix

Tabulka 26. Statistiky pro stránku Matrix

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	491	2299	998	4641	2291
<i>Medián</i>	114	166	351	369	1331
<i>90. percentil</i>	228	1799	804	13145	3538
<i>95. percentil</i>	3873	21475	7054	43926	13118
<i>99. percentil</i>	4633	22734	9308	46665	16130
<i>Minimum</i>	44	42	43	42	43
<i>Maximum</i>	5329	24274	10846	61030	20379
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	794,534	395,914	1389,757	565,792	1397,722
<i>Přijatá data</i>	176,91	88,15	309,44	125,98	311,21
<i>Odeslaná data</i>	803,46	400,36	1405,37	572,15	1413,42

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.25 TireZone

Tabulka 27. Statistiky pro stránku TireZone

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	670	777	1548	1454	2921
<i>Medián</i>	38	43	148	129	80
<i>90. percentil</i>	871	518	5472	2443	4772
<i>95. percentil</i>	6296	7266	14367	12732	28243
<i>99. percentil</i>	6928	8234	16582	16080	31041
<i>Minimum</i>	21	21	36	33	34
<i>Maximum</i>	7316	8795	17735	17908	33072
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	312,461	520,942	487,258	714,694	541,038
<i>Přijatá data</i>	69,57	115,99	108,49	159,13	120,47
<i>Odeslaná data</i>	316,12	527,05	492,97	723,07	547,38

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.26 CompoundPlant

Tabulka 28. Statistiky pro stránku CompoundPlant

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	663	1128	2738	3299	4397
Medián	383	855	1816	2759	3641
90. percentil	668	1253	2210	5381	4200
95. percentil	3392	3861	11755	9679	16505
99. percentil	3966	4693	12677	11060	20164
Minimum	113	122	111	125	115
Maximum	4981	6422	15835	21113	26107
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	1502,043	1914,095	1649,457	2081,137	1941,974
Přijatá data	334,44	426,19	367,26	463,38	432,39
Odeslaná data	1287,59	1640,81	1413,96	1784,01	1664,71

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními dvěma stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. I v nejextrémnějších případech se ale stránka načte do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.27 CuringZone

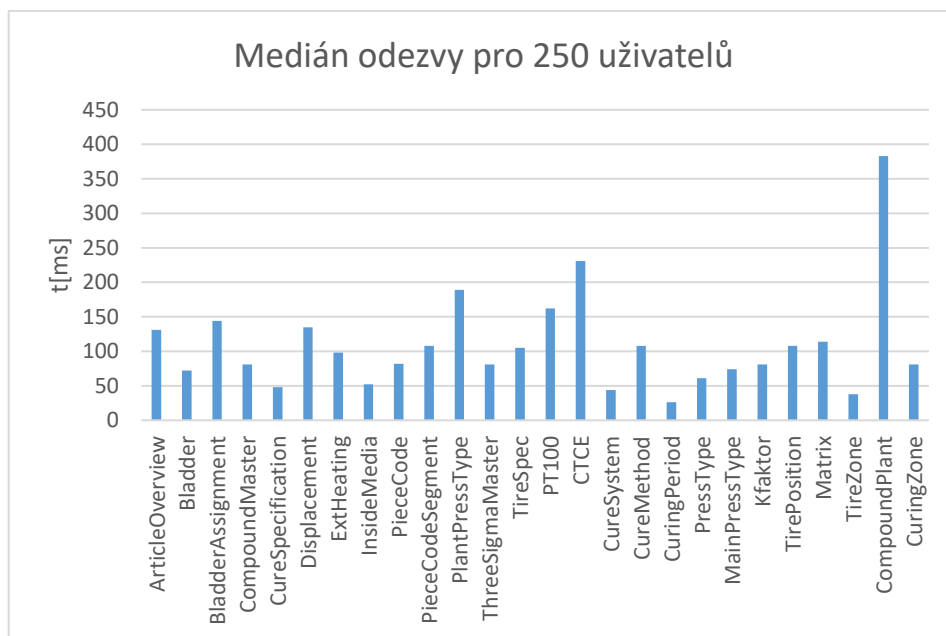
Tabulka 29. Statistiky pro stránku CuringZone

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	346	500	847	804	1218
Medián	81	133	330	82	77
90. percentil	135	1239	728	948	2550
95. percentil	2818	3957	5976	7247	11193
99. percentil	3181	4557	6566	10370	15700
Minimum	23	22	22	20	20
Maximum	3404	4835	6915	11866	17993
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	617	832,6	1033,2	1209,8	1045,3
Přijatá data	137,37	185,39	230,04	269,36	232,73
Odeslaná data	624,21	842,4	1045,27	1223,95	1057,51

Stránka se bez výjimek načte bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načte přibližně do půl minuty, a běžně během několika vteřin i při té nejvyšší zátěži. Mezi 90. a 95. percentilem dochází k výraznému zhoršení odezvy bez ohledu na zátěž.

6.28 Grafy

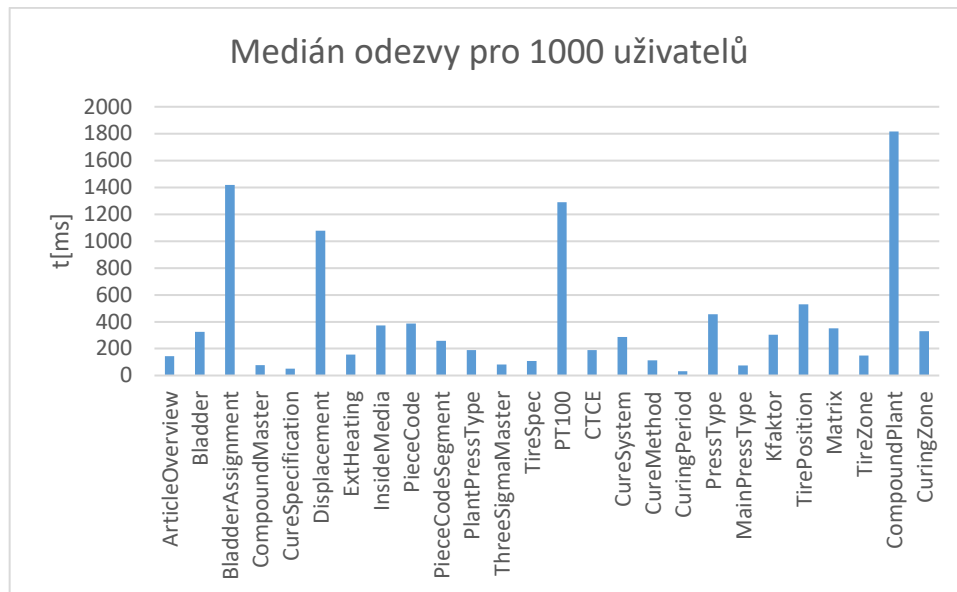
Z důvodu velkého množství měřených parametrů byly grafy omezeny jen na medián a maximum – zachycují tedy jak průměrné, tak katastrofické scénáře. Údaje naměřené na stránce dashboard byly pro větší přehlednost vyloučeny jako odlehlá hodnota.



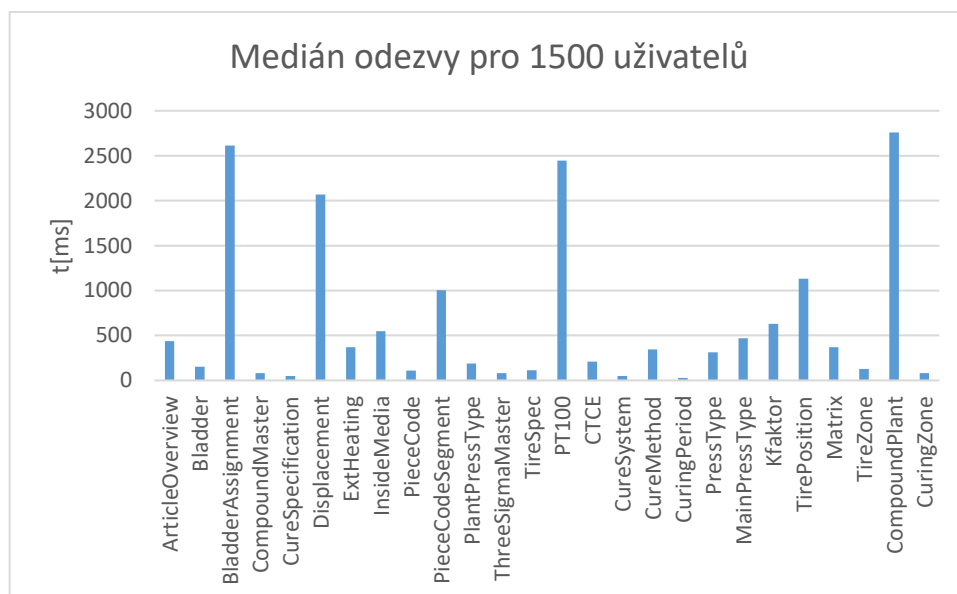
Obrázek 5. Graf mediánu odezvy pro 250 uživatelů při načítání stránek



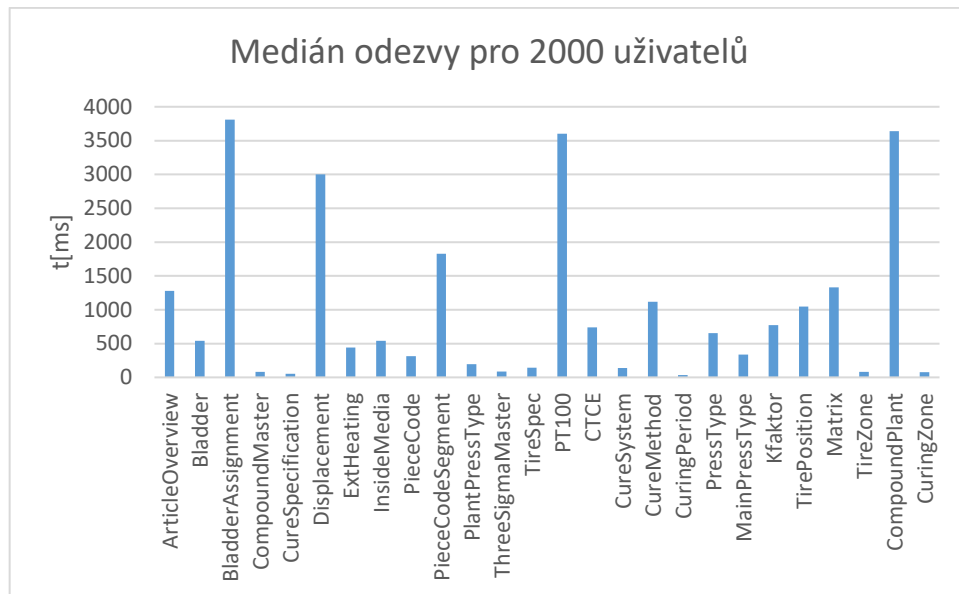
Obrázek 6. Graf mediánu odezvy pro 500 uživatelů při načítání stránek



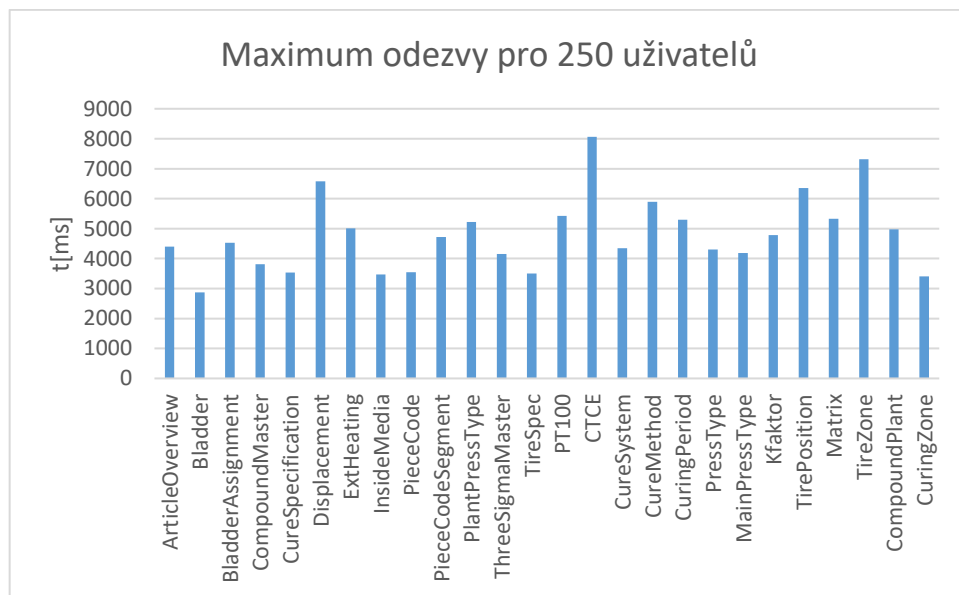
Obrázek 7. Graf mediánu odezvy pro 1000 uživatelů při načítání stránek



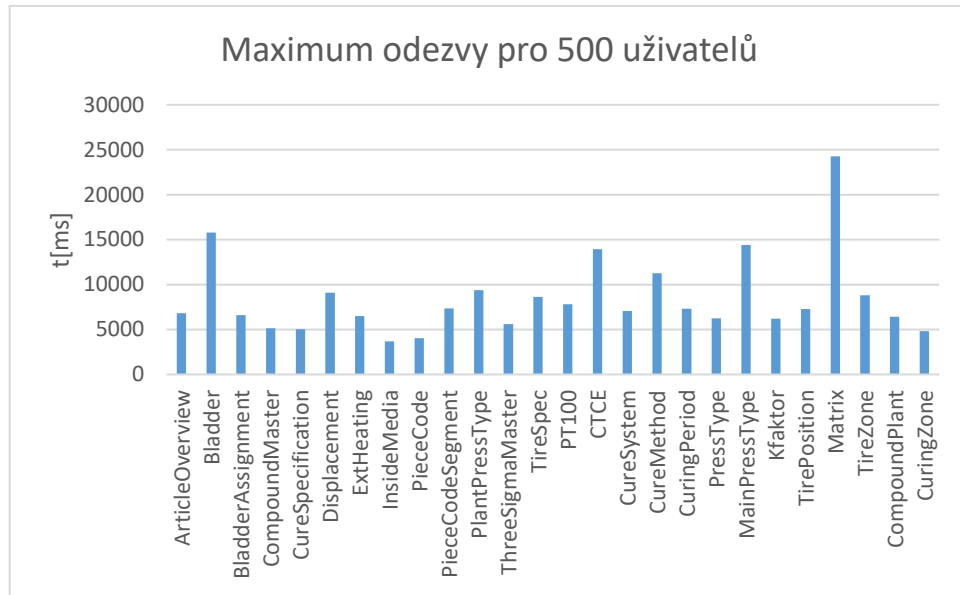
Obrázek 8. Graf mediánu odezvy pro 1500 uživatelů při načítání stránek



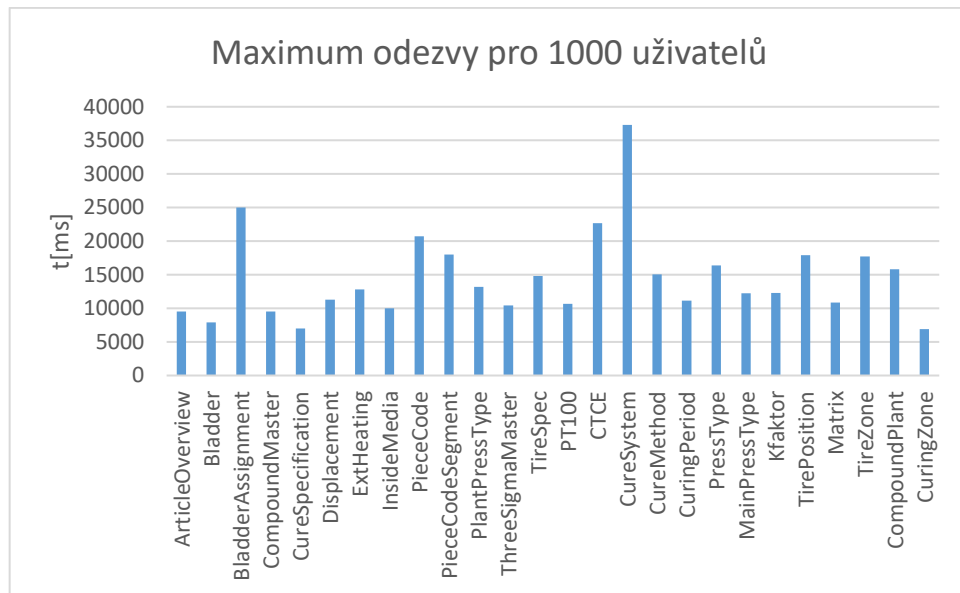
Obrázek 9. Graf mediánu odezvy pro 2000 uživatelů při načítání stránek



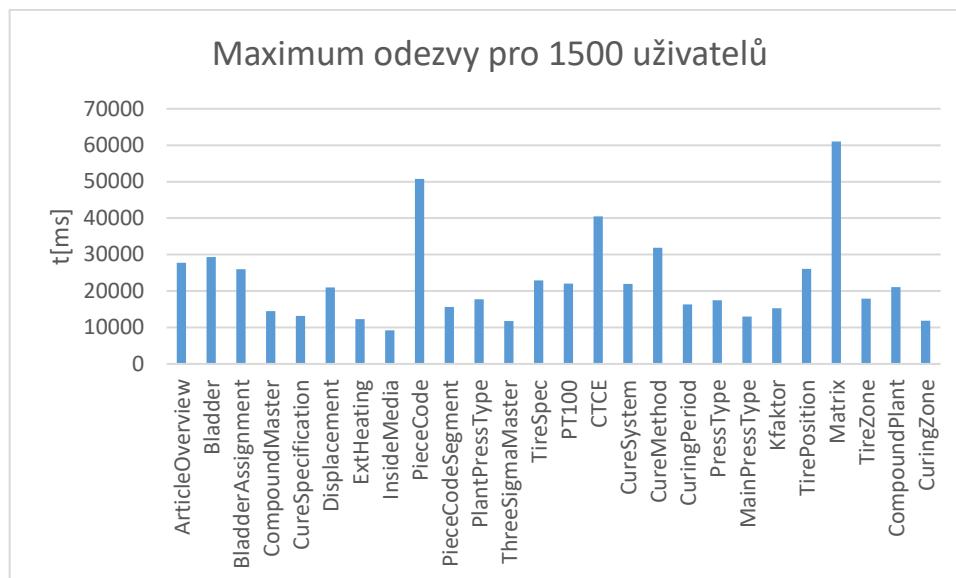
Obrázek 10. Graf maxima odezvy pro 250 uživatelů při načítání stránek



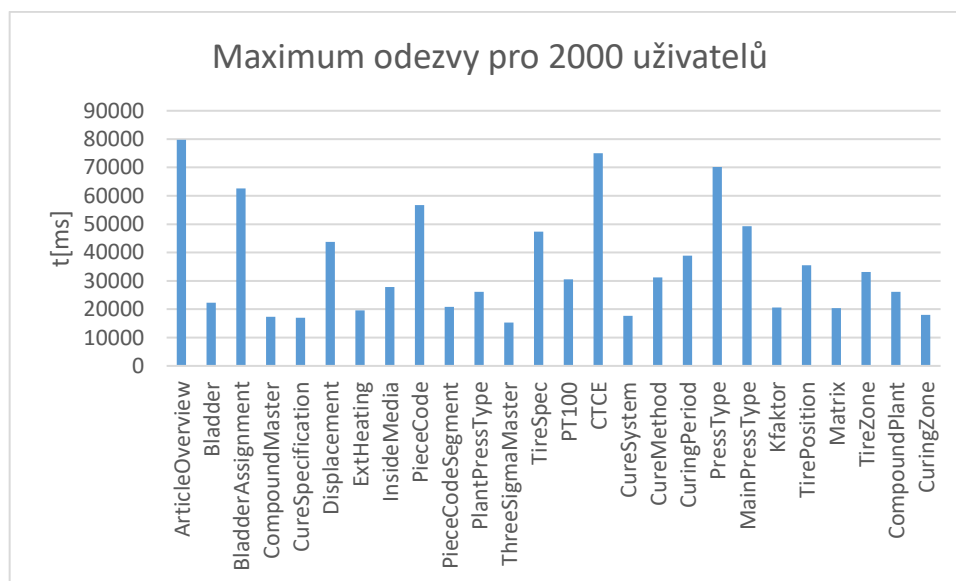
Obrázek 11. Graf maxima odezvy pro 500 uživatelů při načítání stránek



Obrázek 12. Graf maxima odezvy pro 1000 uživatelů při načítání stránek



Obrázek 13. Graf maxima odezvy pro 1500 uživatelů při načítání stránek



Obrázek 14. Graf maxima odezvy pro 2000 uživatelů při načítání stránek

6.29 Závěr

Časy potřebné pro odezvu jsou u menší zátěže bližší, se stoupající zátěží divergují. Toto je způsobeno odlišným množstvím requestů, které jsou v rámci načtení stránky zavolány, a také rozdíly mezi jednotlivými requesty. Některé stránky na zátěž reagují výrazně hůře než jiné. Extrémní časová odezva byla naměřena pro stránku Dashboard. I při největší měřené zátěži však systém pracuje bezchybně.

7 ZOBRAZENÍ DETAILŮ PRO POLOŽKU V TABULCE

Část stránek systému nabízí funkcionalitu zobrazení detailů vybrané položky v tabulce po jejím zvýraznění.

7.1 ArticleOverview

Tabulka 30. Statistiky pro načítání detailů z tabulky ArticleOverview

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	51	55	64	160	460
<i>Medián</i>	52	54	56	168	506
<i>90. percentil</i>	58	63	85	236	653
<i>95. percentil</i>	62	72	112	259	759
<i>99. percentil</i>	78	160	200	462	1235
<i>Minimum</i>	40	40	42	40	42
<i>Maximum</i>	744	735	1104	1626	11976
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	102,478	176,252	357,782	522,78	486,352
<i>Přijatá data</i>	22,82	39,24	79,66	116,4	108,29
<i>Odeslaná data</i>	106,09	182,45	370,36	541,16	503,45

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Mezi prvními třemi stupni zátěže roste doba odezvy mírně, u dalších se pak zhoršuje rychleji. Jen v nejextrémnějších případech se ale nenačtou do dvou sekund. Detaily se běžně načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.2 CompoundMaster

Tabulka 31. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CompoundMaster

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	60	60	63	63	64
<i>Medián</i>	54	53	53	53	55
<i>90. percentil</i>	70	96	85	98	103
<i>95. percentil</i>	114	116	114	118	129
<i>99. percentil</i>	170	206	212	269	263
<i>Minimum</i>	41	40	40	40	40
<i>Maximum</i>	932	3441	9746	9743	3652
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	41,305	81,376	164,885	236,931	317,452
<i>Přijatá data</i>	9,19	18,11	36,72	52,75	70,69
<i>Odeslaná data</i>	42,72	84,16	170,52	245,03	328,3

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Hodnoty průměru, mediánu a 90. a 95. percentilu jsou relativně stabilní. Detaily se i v nejextrémnějších případech načtou do deseti sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.3 CureSpec

Tabulka 32. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CureSpec

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	84	76	94	97	112
<i>Medián</i>	63	42	73	73	79
<i>90. percentil</i>	118	77	134	94	173
<i>95. percentil</i>	134	89	153	135	244
<i>99. percentil</i>	183	148	372	758	751
<i>Minimum</i>	63	63	63	63	63
<i>Maximum</i>	1174	1171	4250	6686	2704
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	113,262	237,623	441,693	628,646	816,707
<i>Přijata data</i>	25,21	52,91	98,34	139,98	181,85
<i>Odeslaná data</i>	116,66	244,74	454,92	647,49	841,18

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načtou do sedmi sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.4 Displacement

Tabulka 33. Statistiky pro načítání detailů z tabulky Displacement

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	190	268	1399	2741	3859
<i>Medián</i>	189	226	1499	2883	4167
<i>90. percentil</i>	237	326	1654	3310	4694
<i>95. percentil</i>	265	368	1800	3517	4915
<i>99. percentil</i>	335	2007	2809	4050	5943
<i>Minimum</i>	140	141	142	147	146
<i>Maximum</i>	2397	3888	5133	19299	17795
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	540,028	1066,207	1306,379	1388,036	1310,167
<i>Přijátá data</i>	120,24	237,41	290,87	309,05	291,72
<i>Odeslaná data</i>	558,94	1103,52	1352,14	1436,64	1356,05

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načtou do půl minuty. Běžně se načtou v rámci několika sekund i při nejvyšší měřené zátěži. Celkově má ze všech měřených stránek načítání detailů na stránce Displacement nejdelší dobu odezvy.

7.5 PieceCodeSegment

Tabulka 34. Statistiky pro načítání detailů z tabulky PieceCodeSegment

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
Průměr	64	58	117	423	821
Medián	54	54	126	495	906
90. percentil	60	72	163	562	970
95. percentil	70	85	173	580	1032
99. percentil	623	144	242	738	1237
Minimum	41	42	42	42	42
Maximum	756	768	849	2090	5136
Chyby	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Průchodnost	163,575	331,873	593,833	678,02	712,847
Přijatá data	36,42	73,9	132,22	150,97	158,72
Odeslaná data	169,49	343,86	615,29	702,52	738,6

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načtou do přibližně pěti sekund. Běžně se načtou přibližně za jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.6 PlantPressType

Tabulka 35. Statistiky pro načítání detailů z tabulky PlantPressType

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	64	90	72	65	77
<i>Medián</i>	55	55	54	55	56
<i>90. percentil</i>	108	115	109	112	118
<i>95. percentil</i>	119	131	119	121	133
<i>99. percentil</i>	135	703	447	171	521
<i>Minimum</i>	42	41	40	40	42
<i>Maximum</i>	3382	4569	9476	3472	4312
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	24,961	51,359	91,455	149,907	190,045
<i>Přijata data</i>	5,56	11,44	20,37	33,38	42,32
<i>Odeslaná data</i>	25,81	53,12	94,58	155,03	196,54

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Hodnoty jednotlivých statistik pro dobu odezvy jsou napříč stupni zatížení relativně stabilní. Detaily se i v nejextrémnějších případech načtou do deseti sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.7 ThreeSigmaMaster

Tabulka 36. Statistiky pro načítání detailů z tabulky ThreeSigmaMaster

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	55	56	59	61	76
<i>Medián</i>	53	53	54	55	58
<i>90. percentil</i>	60	60	64	66	94
<i>95. percentil</i>	71	79	102	107	132
<i>99. percentil</i>	132	132	142	204	488
<i>Minimum</i>	40	40	40	40	41
<i>Maximum</i>	583	3367	3953	2164	4701
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	60,049	130,16	233,672	329,535	442,887
<i>Přijata data</i>	13,37	28,98	52,02	73,37	98,61
<i>Odeslaná data</i>	61,78	133,91	240,3	339,03	455,65

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Hodnoty jednotlivých statistik pro dobu odezvy jsou napříč stupni zatížení relativně stabilní. Detaily se i v nejextrémnějších případech načtou do pěti sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.8 CureMethod

Tabulka 37. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CureMethod

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	60	65	70	164	485
<i>Medián</i>	54	57	64	167	462
<i>90. percentil</i>	67	78	83	248	632
<i>95. percentil</i>	76	94	92	273	659
<i>99. percentil</i>	527	278	174	523	861
<i>Minimum</i>	40	40	42	40	52
<i>Maximum</i>	775	645	3199	2057	3408
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	61,047	76,288	209,438	82,242	266,369
<i>Přijatá data</i>	13,6	17	46,62	18,31	59,32
<i>Odeslaná data</i>	62,81	78,38	215,4	83,94	273,72

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. Hodnoty jednotlivých statistik pro dobu odezvy se s rostoucím stupněm zatížení zhoršují napřed mírněji, ale s vyšším zatížením se tento vývoj zrychluje. Detaily se i v nejextrémnějších případech načtou do čtyř sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.9 CTCE

Tabulka 38. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CTCE

Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	69	77	66	79	209
<i>Medián</i>	66	67	55	59	203
<i>90. percentil</i>	81	120	104	125	359
<i>95. percentil</i>	130	147	126	176	430
<i>99. percentil</i>	218	299	299	441	843
<i>Minimum</i>	52	51	40	40	40
<i>Maximum</i>	670	3986	1211	7274	8705
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	34,96451	47,997	104,504	90,589	165,401
<i>Přijata data</i>	7,78	10,68	23,27	20,15	36,82
<i>Odeslaná data</i>	36,28	50,79	107,79	98,41	174,28

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načtou do deseti sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

7.10 CuringPeriod

Tabulka 39. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CuringPeriod

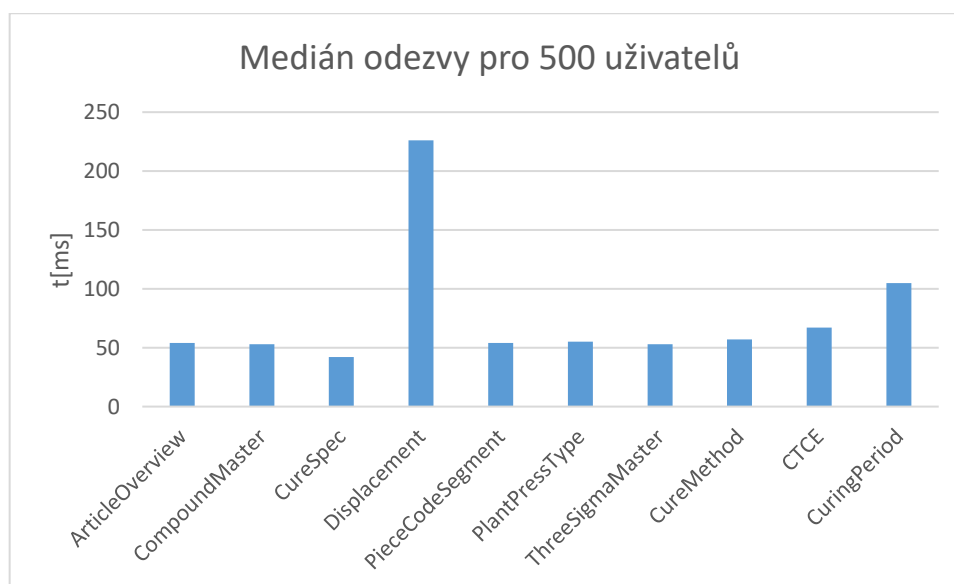
Počet uživatelů	250	500	1000	1500	2000
<i>Průměr</i>	118	106	135	117	165
<i>Medián</i>	105	105	132	107	130
<i>90. percentil</i>	139	121	150	135	179
<i>95. percentil</i>	240	171	220	218	292
<i>99. percentil</i>	535	265	327	415	1206
<i>Minimum</i>	80	80	103	80	80
<i>Maximum</i>	1334	1255	6993	9783	12891
<i>Chyby</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Průchodnost</i>	95,146	186,771	353,732	459,749	524,936
<i>Přijatá data</i>	21,19	41,59	78,76	102,37	116,88
<i>Odeslaná data</i>	97,3	190,65	361,09	469,34	535,88

Detaily se bez výjimek načtou bez chyby při všech měřených stupních zatížení. I v nejextrémnějších případech se načtou do přibližně dvanácti sekund. Běžně se načtou za méně než jednu sekundu i při nejvyšší měřené zátěži.

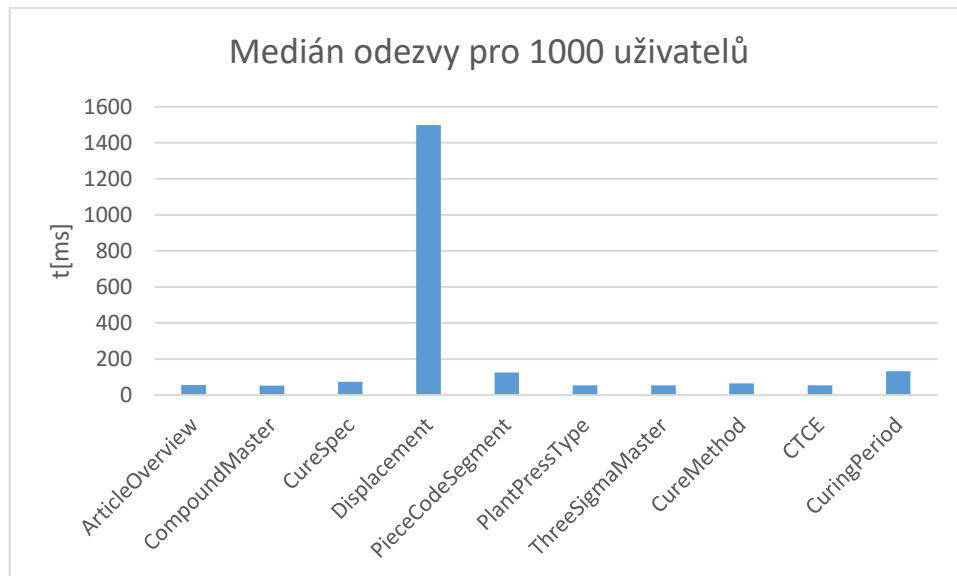
7.11 Grafy



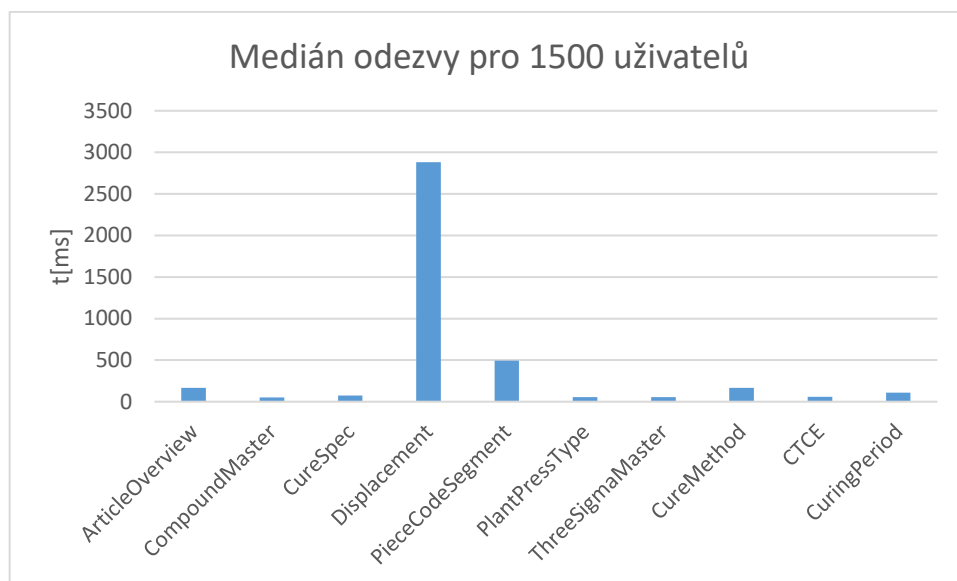
Obrázek 15. Graf mediánu odezvy pro 250 uživatelů při načítání detailů



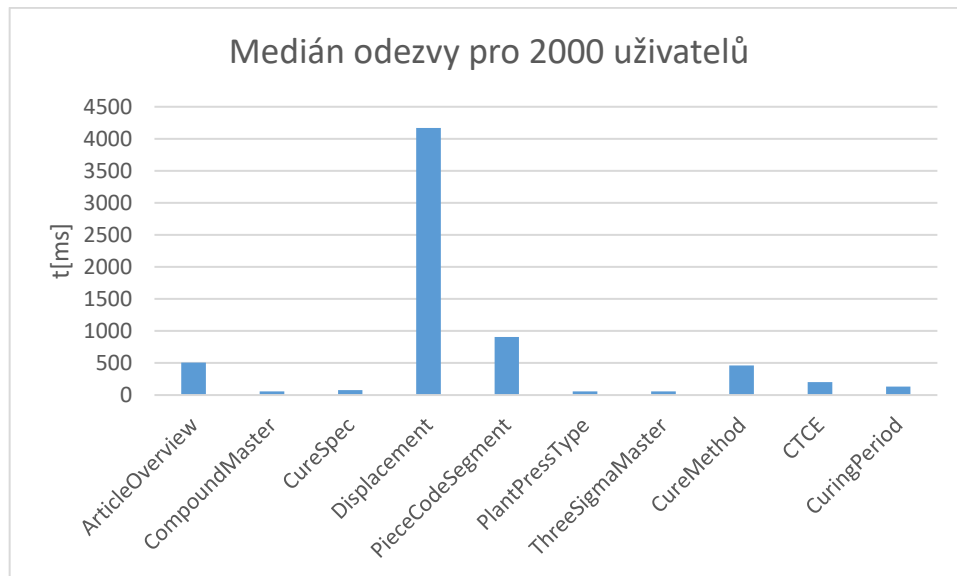
Obrázek 16. Graf mediánu odezvy pro 500 uživatelů při načítání detailů



Obrázek 17. Graf mediánu odezvy pro 1000 uživatelů při načítání detailů



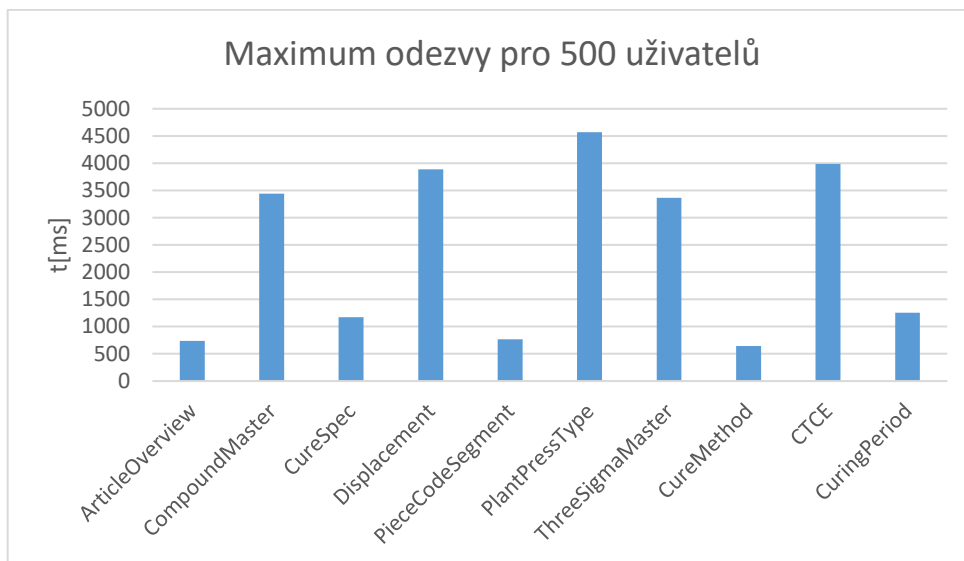
Obrázek 18. Graf mediánu odezvy pro 1500 uživatelů při načítání detailů



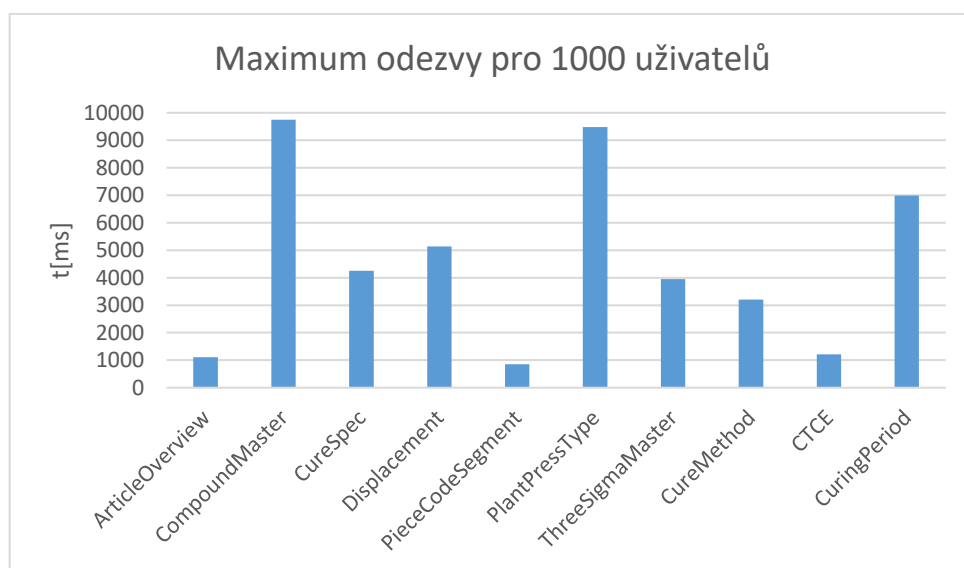
Obrázek 19. Graf mediánu odezvy pro 2000 uživatelů při načítání detailů



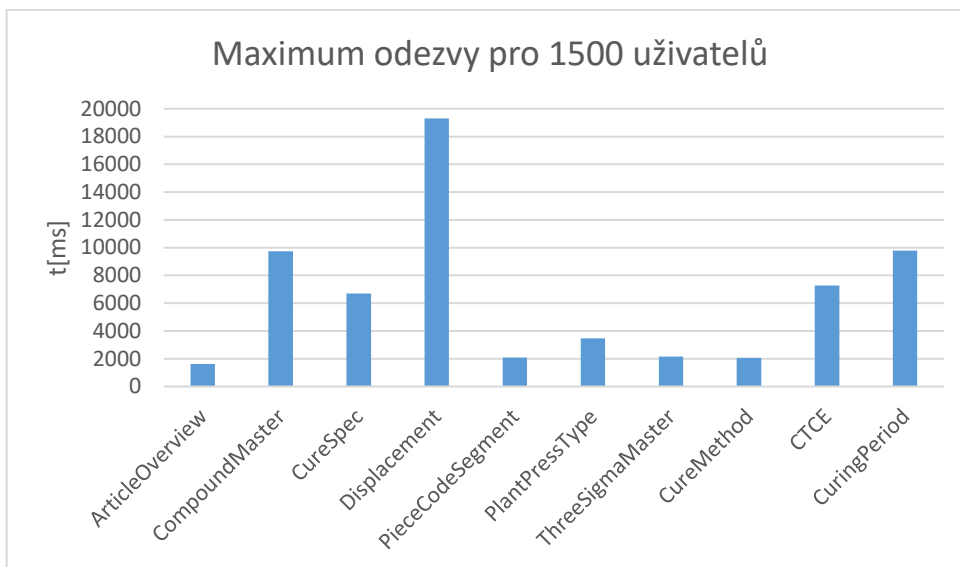
Obrázek 20. Graf maxima odezvy pro 250 uživatelů při načítání detailů



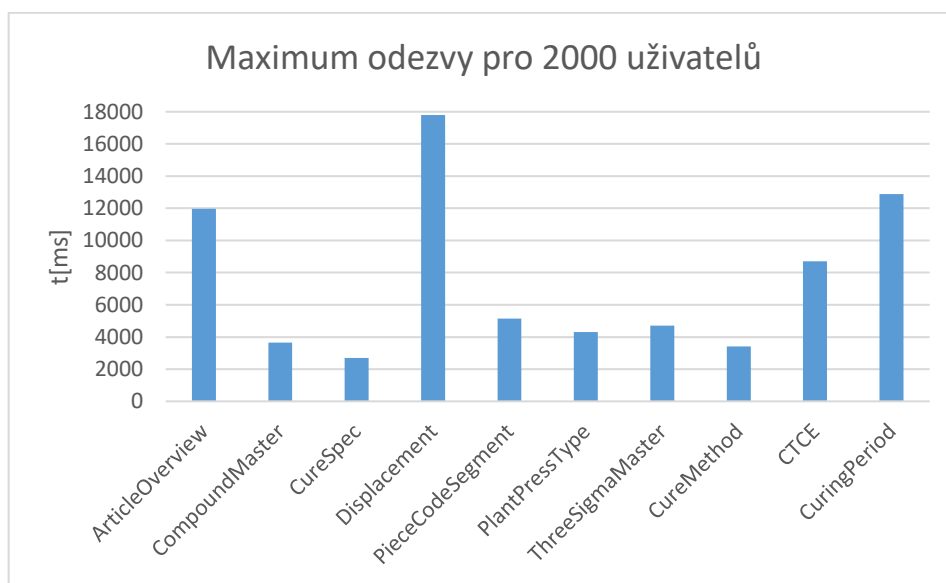
Obrázek 21. Graf maxima odezvy pro 500 uživatelů při načítání detailů



Obrázek 22. Graf maxima odezvy pro 1000 uživatelů při načítání detailů



Obrázek 23. Graf maxima odezvy pro 1500 uživatelů při načítání detailů



Obrázek 24. Graf maxima odezvy pro 2000 uživatelů při načítání detailů

7.12 Závěr

K načtení a zobrazení dat dojde v drtivé většině případů přijatelně rychle. Nejpomalejší načítání je v tabulce displacement. Na rozdíl od načítání stránky dashboard, není toto pomalé načítání způsobeno jednou viditelně pomalejší metodou – všechny requesty volané v rámci načítání dat mají podobnou dobu odezvy. I při nejvyšší zátěži funguje načítání detailů bezchybně.

8 ÚPRAVY TESTŮ PRO INTEGRACI DO PROCESU CONTINUOUS INTEGRATION

Pod pojmem „Continuous integration“ se rozumí přístup, při kterém veškeré změny provedené vývojářem na své lokální verzi kódu musí být před přenesením do hlavní verze systému otestovány. Pouze, pokud kód projde všemi testy, je merge (sjednocení verzí a přenesení změn na hlavní verzi kódu) umožněn.

Tento proces vyžaduje velmi časté spouštění testů. Proto byl pro zefektivnění celého procesu vytvořen skript ve formě souboru .bat, který všechny testy automaticky spustí po sobě v příkazovém řádku. Jednotlivé testy byly upraveny tak, aby byly z příkazového řádku parametrizovatelné – lze zadat počet uživatelů, počet opakování testu a token pro přístup do systému Thermo.

Protože na systému Thermo pracuje mezinárodní tým, výzvy programu (zadání parametrů testu) jsou v anglickém jazyce.

Program po spuštění a zadání parametrů projde obsah své podsložky testy a postupně spustí všechny nalezené testy v souborech .jmx. Seznam testů je tedy velmi snadno rozšiřitelný, pokud bude potřeba přidat nové testy pro testování nových funkcionalit.

Data z testů jsou exportována do složky data, do podsložky pojmenované podle data testování ve formátu YYYY-MM-DD [12] a následně do další podsložky pojmenované po konfiguraci testu (počet uživatelů a opakování). Výstupy jsou tedy přehledně organizované. Výstupem každého testu je .csv soubor obsahující informace o všech odezvách všech requestů a také .html report poskytující grafy, statistiky a více detailů.

Přístupový token se na rozdíl od počtu uživatelů a opakování nebude měnit s každým měřením, a proto se jeho hodnota ukládá společně s datem jeho uložení. Po uplynutí doby platnosti bude uživatel vyzván k zadání aktuálního tokenu.

Skript ke své funkci potřebuje program jMeter. Jako součást testovacího programu je jMeter přikládán, nicméně pokud už uživatel má nainstalovanou kopii se kterou pracuje, lze snadno změnit adresu, na které bude skript program hledat, a redundantní kopii smazat.

ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo vytvořit a provést automatizované zátěžové testy pro systém Thermo, zpracovat získaná data a podat tak zprávu o schopnosti tohoto systému zvládat určitou zátěž.

Výsledkem práce jsou statistiky o odezvách systému pod různými stupni zátěže zpracované do tabulek a grafů. Tyto údaje umožňují posoudit schopnost systému fungovat podle požadavků a identifikovat stránky, které na zátěž reagují hůře než jiné. Pro spouštění testů byl vytvořen skript, který všechny testy provede automaticky a vygeneruje zprávu o výsledcích.

Na základě testů bylo zjištěno, že systém i při velké zátěži pracuje bezchybně, většina stránek se načítá v přijatelném čase a také byly identifikovány stránky s výrazně vyšším zhoršením doby odezvy s rostoucí zátěží.

Teoretická část se zabývá tematikou automatizovaných testů a obzvláště zátěžových testů. Dále obsahuje popis programů použitých v průběhu práce. Webový prohlížeč Google Chrome byl použit pro záznam jednotlivých interakcí uživatele se systémem. Samotné testy pak byly na základě těchto záznamů vytvořeny a spuštěny v programu jMeter. Poslední oddíl teoretické části se zabývá samotným systémem Thermo, jeho jednotlivými stránkami a použitými technologiemi.

Výsledné testy, naměřená data i program byly odevzdány firmě Continental Barum, a ze strany firmy byly ohodnoceny pozitivně.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DUSTIN, Elfriede; RASHKA, Jeff a PAUL, John. *Automated Software Testing*. Addison-Wesley Professional, 1999. ISBN 0201432870.
- [2] AXELROD, Arnon. *Complete Guide to Test Automation: Techniques, Practices, and Patterns for Building and Maintaining Effective Software Projects*. Apress, 2018. ISBN 1484238311.
- [3] MYERS, Glenford J.; BADGETT, Tom a SANDLER, Corey. *The art of software testing*. 3rd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, c2012. ISBN 1118031962.
- [4] BURNSTEIN, I. *Practical software testing*. New York: Springer, 2003. ISBN 9780387951317.
- [5] MOLYNEAUX, Ian. *The Art of Application Performance Testing*. 2nd ed. O'Reilly Media, 2014. ISBN 1491900547.
- [6] YORKSTON, Keith. *Performance Testing: An ISTQB Certified Tester Foundation Level Specialist Certification Review*. Apress, 2021. ISBN 1484272544.
- [7] ERINLE, Bayo. *Performance Testing with Jmeter*. Second Edition. Packt Publishing, 2015. ISBN 9781784394813.
- [8] BlazeMeter Load Testing. *Blazemeter by Perforce* [online]. [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <https://www.blazemeter.com/product/blazemeter/load-testing>
- [9] BLAZEMETER. Convert har, xml, pcap, json to JMX format. *Blazemeter Continuous Testing* [online]. [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://converter.blazemeter.com>
- [10] PINE, David. *Learning Blazor: Build Single-Page Apps with WebAssembly and C#*. O'Reilly Media, 2022. ISBN 9781098113216.
- [11] PAUL, DuBois. *MySQL Cookbook: Solutions for Database Developers and Administrators*. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2014. ISBN 1449374026.
- [12] AND31415 a NIXDA. *How to get the date in a batch file in a predictable format?* [online]. Feb 22, 2014, Feb 22, 2014, edited Aug 6, 2015 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://superuser.com/a/720402>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

t čas

ms milisekundy

s sekundy

KB kilobyty

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Ukázka vygenerovaného grafu pro jednotlivé requesty.....	19
Obrázek 2. Webová stránka využitá pro převod souborů na formát .jmx	20
Obrázek 3. Ukázka webové stránky systému Thermo.....	21
Obrázek 4. Stránka Dashboard	23
Obrázek 5. Graf mediánu odezvy pro 250 uživatelů při načítání stránek.....	58
Obrázek 6. Graf mediánu odezvy pro 500 uživatelů při načítání stránek.....	58
Obrázek 7. Graf mediánu odezvy pro 1000 uživatelů při načítání stránek.....	59
Obrázek 8. Graf mediánu odezvy pro 1500 uživatelů při načítání stránek.....	59
Obrázek 9. Graf mediánu odezvy pro 2000 uživatelů při načítání stránek.....	60
Obrázek 10. Graf maxima odezvy pro 250 uživatelů při načítání stránek	60
Obrázek 11. Graf maxima odezvy pro 500 uživatelů při načítání stránek	61
Obrázek 12. Graf maxima odezvy pro 1000 uživatelů při načítání stránek	61
Obrázek 13. Graf maxima odezvy pro 1500 uživatelů při načítání stránek	62
Obrázek 14. Graf maxima odezvy pro 2000 uživatelů při načítání stránek	62
Obrázek 15. Graf mediánu odezvy pro 250 uživatelů při načítání detailů	73
Obrázek 16. Graf mediánu odezvy pro 500 uživatelů při načítání detailů	73
Obrázek 17. Graf mediánu odezvy pro 1000 uživatelů při načítání detailů	74
Obrázek 18. Graf mediánu odezvy pro 1500 uživatelů při načítání detailů	74
Obrázek 19. Graf mediánu odezvy pro 2000 uživatelů při načítání detailů	75
Obrázek 20. Graf maxima odezvy pro 250 uživatelů při načítání detailů	75
Obrázek 21. Graf maxima odezvy pro 500 uživatelů při načítání detailů	76
Obrázek 22. Graf maxima odezvy pro 1000 uživatelů při načítání detailů	76
Obrázek 23. Graf maxima odezvy pro 1500 uživatelů při načítání detailů	77
Obrázek 24. Graf maxima odezvy pro 2000 uživatelů při načítání detailů	77

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Statistiky pro stránku ArticleOverview	29
Tabulka 2. Statistiky pro stránku Bladder	30
Tabulka 3. Statistiky pro stránku BladderAssignment	31
Tabulka 4. Statistiky pro stránku CompoundMaster	32
Tabulka 5. Statistiky pro stránku CureSpec.....	33
Tabulka 6. Statistiky pro stránku Displacement	34
Tabulka 7. Statistiky pro stránku ExtHeating.....	35
Tabulka 8. Statistiky pro stránku InsideMedia	36
Tabulka 9. Statistiky pro stránku PieceCode	37
Tabulka 10. Statistiky pro stránku PieceCodeSegment	38
Tabulka 11. Statistiky pro stránku PlantPressType	39
Tabulka 12. Statistiky pro stránku ThreeSigmaMaster	40
Tabulka 13. Statistiky pro stránku TireSpecs	41
Tabulka 14. Statistiky pro stránku PT100	42
Tabulka 15. Statistiky pro stránku Dashboard.....	43
Tabulka 16. Statistiky pro první volání Role/THERMO	44
Tabulka 17. Statistiky pro druhé volání Role/THERMO	45
Tabulka 18. Statistiky pro stránku CTCE	46
Tabulka 19. Statistiky pro stránku CureSystem.....	47
Tabulka 20. Statistiky pro stránku CureMethod	48
Tabulka 21. Statistiky pro stránku CuringPeriod.....	49
Tabulka 22. Statistiky pro stránku PressType	50
Tabulka 23. Statistiky pro stránku MainPressType	51
Tabulka 24. Statistiky pro stránku KFaktor.....	52
Tabulka 25. Statistiky pro stránku TirePosition	53
Tabulka 26. Statistiky pro stránku Matrix	54
Tabulka 27. Statistiky pro stránku TireZone	55
Tabulka 28. Statistiky pro stránku CompoundPlant	56
Tabulka 29. Statistiky pro stránku CuringZone.....	57
Tabulka 30. Statistiky pro načítání detailů z tabulky ArticleOverview.....	63
Tabulka 31. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CompoundMaster.....	64
Tabulka 32. Statistiky pro načítání detailů z tabulky CureSpec	65

Tabulka 33. Statistika pro načítání detailů z tabulky Displacement.....	66
Tabulka 34. Statistika pro načítání detailů z tabulky PieceCodeSegment	67
Tabulka 35. Statistika pro načítání detailů z tabulky PlantPressType.....	68
Tabulka 36. Statistika pro načítání detailů z tabulky ThreeSigmaMaster	69
Tabulka 37. Statistika pro načítání detailů z tabulky CureMethod	70
Tabulka 38. Statistika pro načítání detailů z tabulky CTCE	71
Tabulka 39. Statistika pro načítání detailů z tabulky CuringPeriod.....	72

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Posudek o výsledku práce ze strany firmy Continental Barum

Příloha 2: Program pro spuštění testů

Příloha 3: Naměřená data

PŘÍLOHA P I: POSUDEK O VÝSLEDKU PRÁCE ZE STRANY FIRMY CONTINENTAL BARUM

Posudek studenta diplomové práce ve společnosti CONTINENTAL Barum s.r.o.:

Společnost Continental Barum divize IT HUB vypsal téma pro diplomovou práci na téma Performance testování, které u nás zatím nemá žádné zastoupení, ve firmě probíhají již několikátý rok automatizované testy pro každý nově vyvinutý softwarový produkt, avšak výkonosti testování nám zcela chybí. Úkol pro studenta byl, že si může vybrat, zdali vyvine něco ve vlastní režii nebo použije technologii na způsobu open-source.

Cílem studenta bylo vytvořit plnohodnotný setup pro výkonnostní testování a ukázat nám tak nový potenciál testování nových aplikací. Student se popral se všemi nástrahami korporátní společnosti a její politiky. Student projevila samostatnost při tvorbě praktické části, pravidelně docházel do firmy na její dokončení, a na pravidelné schůzky ohledně správného postupu.

Vytvořil základy, šablonu pro budoucí testování výkonu našich aktuálních i budoucích aplikací. Otevřel nám tak nové možnosti přístupu k vysoké kvalitě softwaru a detekci zúžených slabých míst v rámci našich aplikací.

Závěrem bych chtěl vyzdvihnout velice dobrou úroveň práce, splňující všechna požadovaná kritéria. Student jejím vypracováním prokázal širokou škálu teoretických znalostí, které poté uplatnil v praktickém řešení cíle práce.

V Otrokovicích dne 30.4.2024



Ing. Luděk Koutný
Software Developer

PŘÍLOHA P II: PROGRAM PRO SPUŠTĚNÍ TESTŮ

```
@echo off

setlocal EnableDelayedExpansion

set /p jmet=<background\jmeter.txt

if not exist %jmet%\bin\jmeter.bat (

    echo %jmet%\bin\jmeter.bat

    echo The jMeter location is set incorrectly. Correct it in the background\jMeter

    pause >nul

    exit /b

)

for /f "tokens=2 delims==" %%G in ('wmic os get localdatetime /value') do set date-
time=%%G

set year=%datetime:~0,4%

set month=%datetime:~4,2%

set day=%datetime:~6,2%

set dateform=%year%-~%month%-~%day%

set datumtoken="aa"

if exist "background\datum.txt" (

    set /p datumtoken=<background\datum.txt

)

if %dateform% == %datumtoken% (

    set /p tok=<background\token.txt

) else (

    echo " " >background\datum.txt

    set /p tok="Access token for Thermo:"

    @del background\datum.txt
```



```
@del background\token.txt

echo %dateform% >background\datum.txt

echo !tok! >background\token.txt

)

set /p users="Number of users:"

set /p times="Number of times the test will be repeated:"

for %%f in (tests\*.jmx) do (

    @call %jmet%\bin.\jmeter -n -t %%f -l data\%dateform%\%users%x%times%\%~nf-
    %users%x%times%.csv -Jusers=%users% -Jtimes=%times% -Jtoken=%tok%

    @call %jmet%\bin.\jmeter -g data\%dateform%\%users%x%times%\%~nf-
    %users%x%times%.csv -o data\%dateform%\%users%x%times%\%~nf-%users%x%ti-
    mes%-stats

)

echo Done

pause >nul
```