

Modul systému MetaTrader pro automatické obchodování na finančních trzích

MetaTrader module for Automatic Trading on Financial Markets

Bc. Martin Kučera

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin KUČERA**

Osobní číslo: **A10710**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Modul systému MetaTrader pro automatické obchodování na finančních trzích**

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte základy jazyka MQL (MetaQuotes Language).
2. Vyberte a popište možnosti využití minimálně deseti vybraných indikátorů, se kterými bude modul pracovat.
3. Vytvořte modul, který umožní uživateli realizovat svoji vlastní obchodní strategii pomocí uživatelem vybrané kombinace z implementovaných indikátorů nastavením jejich parametrů a přidáním vlastností.
4. Navrhněte obchodní strategie a pomocí modulu je zrealizujte.
5. Zoptimalizujte zrealizované strategie a vyhodnoťte je.



Prof. Mgr. Roman Jasek, Ph.D.
ředitel katedry

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **YOUNG, Andrew R.** Expert advisor programming: creating automated trading systems in MQL for MetaTrader 4. Nashville, TN: Edgehill Pub, 2010. ISBN 978-098-2645-901.
2. **HORNER, Raghee.** Forex tradingem k maximálním ziskům: tajemství, které se na Wall Street rozhodně nemají dozvědět. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 232 s. ISBN 978-802-5129-210.
3. **HARTMAN, Ondřej.** Jak se stát forexovým obchodníkem: naučte se vydělávat na měnových trzích. 1. vyd. Praha: FXstreet, 2009, 230 s. ISBN 978-809-0441-804.
4. **DVOŘÁK, Roman.** Trading strategie: moderní styl obchodování na burze : včetně popisu třech funkčních trading strategií : **BONUS: Průvodce analytickým SW Trade Navigator.** Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, 140 s. ISBN 978-802-5122-402.
5. **WILLIAMS, Larry R.** Dlouhodobá tajemství krátkodobých obchodů. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2007, 272 s. Finančník. ISBN 978-809-0387-416.
6. **Server o FOREX tradingu v České republice a na Slovensku [online].** 2009 – 2012 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/>
7. **MQL4: automated forex trading, strategy tester and custom indicators with MetaTrader [online].** 2000–2012 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://mql4.com/>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Tomáš Dulík

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

24. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou automatického obchodování na finančních trzích. V teoretické části je provedeno seznámení s jazykem MQL4 a deseti indikátory platformy MetaTrader. V praktické části je vytvořen a popsán modul s těmito indikátory pracující. Tento modul umožňuje sestavení vlastní automatické obchodní strategie schopné samostatně obchodovat. Dále jsou ukázkově vytvořeny pomocí nastavení externích parametrů modulu dvě automatické obchodní strategie, které jsou následně otestovány a optimalizovány.

Klíčová slova: MQL4, MetaTrader, Expert Advisor, finanční trhy.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with automated trading in financial markets. The theoretical part introduces the MQL4 language and ten indicators of the MetaTrader platform. The practical part creates and describes a module working with these indicators. This module makes it possible to build your own automated trading strategies capable of independent trading. Then two demonstration automated trading strategies are created by setting external parameters of the module. The strategies are subsequently tested and optimized.

Keywords: MQL4, MetaTrader, Expert Advisor, financial markets.

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Tomáši Dulíkovi za rady, ochotu, vstřícnost a odborné vedení během vypracování této práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na 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

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ZÁKLADY JAZYKA MQL4	12
1.1 SYNTAXE JAZYKA.....	13
1.2 DATOVÉ TYPY	14
1.3 SPECIÁLNÍ FUNKCE	15
1.4 PŘEDDEFINOVANÉ PROMĚNNÉ.....	15
1.5 OBCHODNÍ FUNKCE	18
1.5.1 Funkce OrderSend()	18
1.5.2 Funkce OrderModify()	21
1.5.3 Funkce OrderClose()	22
1.5.4 Funkce OrderSelect()	22
1.5.5 Bezparametrické funkce.....	23
2 POPIS VYBRANÝCH INDIKÁTORŮ.....	25
2.1 INDIKÁTORY TRENDU	28
2.1.1 Moving Average.....	28
2.1.2 Average Directional Movement Index	31
2.1.3 Parabolic SAR.....	33
2.2 OSCILÁTOROVÉ INDIKÁTORY.....	35
2.2.1 Stochastic Oscillator.....	35
2.2.2 MACD.....	37
2.2.3 OSMA	39
2.3 OSTATNÍ INDIKÁTORY	41
2.3.1 Money Flow Index	41
2.3.2 Envelopes	43
2.3.3 Awesome Oscillator	44
2.3.4 Virtuální indikátor času.....	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	48
3 MODUL AUTOMATICKÉHO OBCHODOVÁNÍ.....	49
3.1 CHARAKTERISTIKA MODULU	49
3.2 VSTUPNÍ PARAMETRY MODULU	50
3.2.1 Nastavení vlastností AOS	51
3.2.2 Výběr a nastavení parametrů indikátorů.....	53
3.2.3 Nastavení vlastností jednotlivým indikátorům.....	55

3.3	ALGORITMUS VÝPOČTU PREDIKUJÍCÍCH STAVŮ JEDNOTLIVÝCH INDIKÁTORŮ.....	57
3.4	ALGORITMUS VÝPOČTU SOULADU INDIKÁTORŮ.....	60
3.5	VÝSTUPY MODULU	60
3.6	ALGORITMUS A PARAMETRY IMPLEMENTOVANÝCH INDIKÁTORŮ	63
3.6.1	Moving Average.....	64
3.6.2	ADX Trend, ADX Volatilita.....	64
3.6.3	Parabolic SAR.....	65
3.6.4	Stochastik Oscilátor	66
3.6.5	MACD, OSMA	67
3.6.6	Money Flow Index	68
3.6.7	Envelopes	68
3.6.8	AWESOME.....	70
3.6.9	Virtuální indikátor čas.....	70
3.6.10	Virtuální indikátor maximální počet transakcí.....	71
3.7	UKÁZKA IMPLEMENTACE ZDROJOVÉHO KÓDU INDIKÁTORU STOCHASTIC OSCILLATOR.....	71
4	NÁVRH A REALIZACE STRATEGIÍ	75
4.1	TVORBA AUTOMATICKÉ OBCHODNÍ STRATEGIE	75
4.2	STRATEGIE ZALOŽENÁ NA ENVELOPES + ADX VOLATILITA.....	76
4.2.1	Algoritmus strategie	76
4.2.2	Nastavení strategie	76
4.2.3	Ukázka funkčnosti strategie	78
4.2.4	Testování strategie.....	79
4.2.5	Vhodnost užití	83
4.3	STRATEGIE POTVRZENÍ TRENDU.....	83
4.3.1	Algoritmus strategie	84
4.3.2	Nastavení strategie	85
4.3.3	Ukázka funkčnosti strategie	87
4.3.4	Testování strategie.....	88
4.3.5	Vhodnost užití	89
5	OPTIMALIZACE A VYHODNOCENÍ STRATEGIÍ	90
5.1	STRATEGIE ENVELOPES + ADX VOLATILITA.....	90
5.2	STRATEGIE POTVRZENÍ TRENDU.....	95
	ZÁVĚR	100
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	102
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	102
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	106
	SEZNAM OBRÁZKŮ	107
	SEZNAM GRAFŮ	108
	SEZNAM PŘÍLOH.....	109

ÚVOD

Obchodování na finančních trzích s rozvojem serverů poskytujících online přístup k obchodování již přestává být doménou burzovních obchodníků a díky finančním pákám poskytnutým provozujícím serverem je i finančně dostupné pro běžné uživatele se základní znalostí problematiky obchodování na finančních trzích. Pouhé stažení, nainstalování platformy, online registrace a vložení kapitálu pak umožní běžnému uživateli stát se obchodníkem. Tento aspekt přispěl k širokému rozvoji obchodování na finančních trzích v posledních několika letech.

Základem úspěšného obchodování je provedení fundamentální a technické analýzy, přičemž technickou analýzu je možné zautomatizovat. Díky přehlednému zobrazení vývoje ceny na jednotlivých trzích v grafu na závislosti ceny v čase může obchodník s určitou pravděpodobností úspěšně predikovat budoucí vývoj, tj. pokles nebo vzestup hodnoty daného trhu. Toto se nazývá technická analýza a díky množství pomocných indikátorů, které jsou obvykle již implementovány v platformě, lze automaticky analyzovat předchozí průběh dat a vytvářet tak podněty k automatickým transakcím. Indikátory pomocí svého vnitřního algoritmu zapisují do grafu další pomocné značky, které obchodníkovi při pohledu na graf pomáhají k predikci vývoje ceny. Obchodník pak při aktivaci vybraných indikátorů a jim nastavených parametrů, což se nazývá obchodní strategie, provádí predikci vývoje ceny na daném trhu. Nicméně tento způsob obchodování a tím i ověření zda obchodníkem zvolená strategie obchodování je úspěšná v online režimu, je časově velice náročný. Obvykle v rozmezí několika měsíců, dle zvolené časové osy a dále může být finančně velice prodělečný.

Pomocí zautomatizování obchodníkem vymyšlené strategie, která obnáší provedení technické analýzy indikátorů a otestováním výsledků této strategie na předchozím průběhu vývoje ceny, lze s určitou pravděpodobností předpovědět úspěšnost této strategie. Platformy pro obchodování na finančních trzích obvykle obsahují možnost optimalizace nastavených hodnot indikátorů. Jejím úkolem je najít vhodnější nastavení parametrů obchodníkem zvolených indikátorů a vytvořit tak vyšší zisk. To ovšem vyžaduje zmíněnou automatickou obchodní strategii neboli obchodníkům způsob použití vybraných indikátorů musí vykonávat program automaticky. Pro běžného uživatele to znamená naučit se programovat v jazyku MQL4 nebo objednat na zakázku program, který by zautomatizoval obchodníkovu vymyšlenou strategii. Jelikož strategii, které

běžného začínajícího obchodníka napadnou a chtěl by je obvykle zrealizovat a zjistit tak jejich úspěšnost je obvykle mnoho – desítky i stovky, programování těchto obchodních strategií na zakázku by se obchodníkovi mohlo značně prodražit. V neposlední řadě pak stojí za zmínku uvedení faktu, že automatická obchodní strategie na rozdíl od manuální realizace obchodů zcela odfiltruje nežádoucí obchodníkovy zásahy způsobené psychickými aspekty jako je strach, netrpělivost a různé změny nálad. Díky automatizaci také dochází k vyhodnocení situace na trhu a následnému provedení transakce v řádu milisekund, což v manuálním režimu není možné.

Cílem této diplomové práce je umožnit obchodníkům používajícím platformy podporující jazyk MQL4, což je v současné době nejrozšířenější jazyk pro automatické obchodování, zrealizovat, otestovat a zoptimalizovat si svoji vlastní automatickou obchodní strategii bez nutné znalosti jazyka MQL4 či programování strategie na zakázku. Následné spuštění takovéto prověřené a zoptimalizované strategie již pro obchodníka znamená podstatně nižší riziko neúspěšnosti strategie v ostrém online provozu.

Uživatel po nastudování výsledků této práce by měl být schopen vytvořit svoji vlastní automatickou obchodní strategii. K tomu využije přiložené tabulky indikátorů a jejich užití s nastavením externích parametrů a vlastností. Tím vytvoří modul sloužící jako rozhraní pro komunikaci s uživatelem a indikátory. Vyžadována je pouze základní znalost čtení grafů finančních trhů a znalost platformy MetaTrader.

V teoretické části je obchodník seznámen s minimálním rozsahem znalosti jazyka MQL4 nutným k případné vlastní úpravě vytvořeného modulu spočívající v přidání dalšího indikátoru či nové vlastnosti indikátorům. Dále je obchodník seznámen s funkčností již implementovaných indikátorů včetně jejich vnitřních algoritmů výpočtu hodnot a způsobů použití při tvorbě vlastní automatické strategie. V praktické části je vytvořen modul pro automatické obchodování a je popsána jeho funkčnost. Dále jsou vysvětleny indikátory, které lze modulem využít a jejich způsob implementace v modulu. Následně jsou vysvětleny názorné postupy tvorby vlastních strategií. Jsou vytvořeny dvě strategie, kde je popsáno, jak vybrané indikátory aktivovat, nastavit, testovat a optimalizovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADY JAZYKA MQL4

V této kapitole je převážně vycházeno z anglické dokumentace jazyka MQL4. [1]

MQL4 (MetaQuotes Language 4) je jazyk určený k programování automatických obchodních strategií (dále jen AOS) a s tím souvisejících aplikací. Většina funkcí a algoritmů potřebných k analýze a srovnání historických dat (cen na trhu) je implementována již ve struktuře MQL4. Jazyk již obsahuje základní indikátory a příkazy pro tvorbu objednávek, změn a kontrol. MQL4 je jazyk strukturovaný, rozlišující velikost písma v názvu proměnných a funkcích – „case-sensitive“. Syntaxe jazyka MQL4 je velmi podobná jazyku C. V současnosti existuje již jazyk MQL5, který podporuje objektový přístup a je velmi podobný jazyku C++, nicméně platforma podporující MQL5 nepodporuje již MQL4. Z tohoto důvodu nelze použít žádné strategie napsané pro platformu MQL4 či strategie využívajících indikátorů napsaných v MQL4, což je zásadní nedostatek, který značně přispěl k faktu, že nejrozšířenější je stále platforma pro MQL4.

MQL4 soubory mají dva druhy přípon – MQ4 a EX4, kde MQ4 je přípona souboru zdrojového kódu a EX4 je zkompileovaný soubor používaný platformou. Tento soubor již nelze číst a editovat v MetaEditoru.

Pomocí jazyka MQL4 lze vytvořit následující typy programů: [2]

Expert Advisor (dále jen EA) – automatizovaný obchodní systém. Je schopen automaticky řídit obchodní proces a dle zadaných pravidel otevírat či ukončovat obchodní příkazy zasláním příkazů na server brokera¹.

Custom indikátor (dále jen CI) – vlastní indikátor, funguje na principu výpočtu dat obvykle z předchozích hodnot na daném trhu dle jedinečného algoritmu typického právě pro každý jediný indikátor. Tyto vypočtené hodnoty jsou zakresleny do grafu, kde

¹ Broker – „Firma, která zprostředkovává přístup na trh, pobírající poplatky (spready) za uzavřené obchody. Hlavním úkolem makléřů je ulehčit obchod mezi 2 stranami. Obvykle mají spojení na ostatní makléře, banky a instituce a často se sami stávají tvůrci trhu.“ [10]

vytvoří křivku, která má za cíl usnadnit predikci vývoje daného trhu. Tento typ programu nemůže provádět obchody.

Script – skript sloužící pro jednorázové spuštění, například uzavření všech otevřených transakcí.

Library – knihovna neboli soubor funkcí. Mohou zde být ukládány celé bloky programů.

Included file – soubor funkcí s jednodušším použitím nežli knihovna.

1.1 Syntaxe jazyka

Jak již bylo řečeno, jazyk MQL4 je velmi podobný jazyku C, pro který bylo napsáno spousta knih v mnoha jazycích, z toho důvodu zde není blíže popsána syntaxe, pouze absolutní základ. Více je kladen důraz na rozdílnosti oproti jazyku C, zvláštnosti, speciální funkce a proměnné. Jazyk MQL4 se liší od jazyka C v těchto případech: [1]

- nelze užít ukazatelovou aritmetiku,
- nezná příkaz *goto...*,
- nezná příkaz *do ... while*,
- nezná podmíněný výraz *[podmínka] ? [1. výraz] : [2. výraz]*,
- nelze provádět komplexní příkazy – např: *val1 = val2 = 0; arr [i ++] = val, dir = (CNT = OrdersTotal)> 0*,
- nepodporuje složené datové typy (struktury),
- výpočet logického výrazu je vždy dokončen, nikdy předčasně ukončen.

Komentáře

Jsou přípustné dva druhy komentářů, přičemž je tolerován jakýkoliv počet mezer:

- Víceřádkové komentáře, jenž začínají symboly „/*“ a končí symboly „*/“.
Víceřádkové komentáře nemohou být vnořeny.
- Jednoduché komentáře, které se značí dvěma lomítky na začátku řádku tímto způsobem „//“. Jednoduché komentáře mohou být vnořeny.

V komentářích je tolerován jakýkoliv počet mezer.

Příklad:

```
/* víceřádkový
   komentář */
// jednoduchý (jednořádkový) komentář
```

Vlastní proměnné

Proměnné mohou být lokálního či globálního charakteru. Je-li proměnná vytvořena v těle jakékoliv funkce, stává se lokální a mimo tuto funkci pozbývá hodnoty. Globální proměnná je definována na začátku programu mimo tělo jakékoliv funkce.

Vlastní funkce

Parametry funkce jsou zapisovány do kulatých závorek za názvem funkce, tělo funkce je pak vloženo do složených závorek. Funkce vrací buď hodnotu definovanou před jménem funkce nebo pokud nevrací žádnou hodnotu, před název funkce je vloženo klíčové slovo `void`. Stručně lze funkci definovat takto:

```
[datový typ návratové hodnoty] [název funkce] [(parametry funkce)]
[ {tělo funkce} ]
```

Příklad:

```
int funkce1 (int parametr1, int parametr2) {
    int lokalni_promenna = parametr1 + parametr2;
    return(loakalni_promenna);
}
```

Této funkci jsou předány dva parametry, které jsou v těle funkce sečteny a výsledek vložen do lokální proměnné, jejíž hodnotu funkce vrací.

1.2 Datové typy

MetaEditor zvýrazňuje syntaxi datových typů zbarvením písma do modra, z tohoto důvodu jsou v dalším textu datové typy též zbarveny do modra. MQL4 podporuje následující datové typy: [1]

`int` – (integer) celočíselné hodnoty definované 4 byty v rozmezí od -2147483648 do 2147483647,

`double` – čísla s desetinným místem definovány 8 byty v rozmezí od $-1.7 * e^{-308}$ do $1.7 * e^{308}$, jako oddělovač je použita tečka,

`bool` – logická pravda či nepravda (true/false),

`char` – znak definovaný 1 bytem,

`datetime` – datum a čas ve tvaru [rok.měsíc.den hodina:minuta:sekunda], např.: D'2012.07.22 14:16:22',

`color` – barva. Reprezentuje hodnotu barvy, kterou lze vyjádřit buď řetězcem ze seznamu známých webových barev nebo konstantou RGB (např. C'155,63,44'), kde jednotlivá čísla představují hodnoty barev červená, zelená, modrá.

1.3 Speciální funkce

Mimo vlastní funkce existují v jazyku MQL4 předdefinované funkce, které je nutné znát. Patří mezi ně: [1]

`int init()` – slouží k inicializaci proměnných, případně ke zpuštění dalších funkcí s cílem inicializace proměnných. Návrátová hodnota by měla být 0.

`int start()` – hlavní funkce, která je u Expert Advisor volána vždy při nové ceně na daném trhu. U Custom indikátor je volána po vložení indikátoru do grafu a při každé změně dat na trhu, u Scriptů je vykonána okamžitě při spuštění skriptu. Funkce v případě úspěchu vrací hodnotu 0.

`int deinit()` – Tato funkce je vykonána po ukončení programu a slouží k deaktivování použitých objektů, uvolnění prostředků z paměti atd. Vrací hodnotu 0.

1.4 Předdefinované proměnné

Jazyk MQL4 nabízí několik předdefinovaných proměnných, do nichž se průběžně ukládají aktuální informace o ceně na daném trhu, v němž je EA, CI či Script spuštěn. Tyto proměnné zvýrazňuje ve výchozím nastavení růžově. Z tohoto důvodu jsou i zde uvedeny v této barvě. Několik základních proměnných je uvedeno dále: [1], [4]

`double Ask` – Nabídka, obsahuje hodnotu ceny, za kterou je možné v daném (aktuálním) čase nakupovat - otevřít pozici nákup.

`double Bid` – Poptávka, obsahuje aktuální hodnotu ceny, za kterou je možné prodávat - otevřít pozici prodej.

Pozn.: Překlad z anglického jazyka říká, že Bid znamená nabídka, nicméně ta je myšlena z pohledu trhu (trh nabízí), z pohledu koncového klienta, jak je obecně uvažováno se pak jedná o poptávku (klient poptává). Stejným způsobem je tomu u proměnné Ask.

`int Bars` – Počet dostupných sloupců nebo svíček² (dle použité zobrazovací metody grafu) v aktuálním grafu.

`int Digits` - Počet desetinných míst, ze kterých se skládá cena na daném trhu. Například u měnového páru EurUsd, v určitém okamžiku cena dosáhla hodnoty 1.4532, pak `digits` vrací číslo 4.

`double Point` – Hodnota jednoho bodu tzv. pipu³. Je často využívána při stanovení takeprofit (realizace zisku) a stoploss (zastavení ztráty).

Předdefinované proměnné typu pole

Dále jsou popsány předdefinované proměnné typu pole, pro něž platí jedno společné pravidlo, které zní:

Pole je indexováno od 0, kde 0 je aktuální stav, směrem do minulosti. Hodnota proměnné s indexem 1 tedy obsahuje hodnotu z předchozího časového rámce (svíčky či sloupce). Pokud například v minutovém grafu proměnná `Close[0]` obsahuje hodnotu aktuální zavírací ceny na trhu v čase 13:45, proměnná `Close[1]` obsahuje zavírací cenu v čase 13:44. Rozsah tohoto pole je vždy dán počtem svíček zobrazených v daném grafu obsažených v proměnné `Bars`. Jelikož minimální hodnota `Bars` je 1, zjištění aktuální zavírací ceny pomocí proměnné `Bars` je provedeno tímto způsobem:

² Sloupec, svíčka – interval hodnot cen na vybraném trhu dosažených v daném časovém intervalu.

³ Pip – Nejnižší hodnota o kterou se cena na daném trhu může změnit. [10] V některých trzích je cena počtena na dvě desetinná místa, v některých na čtyři. Rozdíl v pohybu cen je pak souhrnně udáván v pipech pro všechny trhy.

```
double aktualni_zaviraci_hodnota = Close[Bars - 1];
```

Je třeba zmínit, že zde hraje důležitou roli zvolení časové osy. Například hodnoty v minutovém a hodinovém grafu budou mít pod stejným indexem vždy jiné zavírací ceny.

Mezi nejpoužívanější proměnné typu pole patří následující:

`double Close[]` – proměnná typu pole, jenž obsahuje zavírací hodnoty daného trhu.

Příklad:

```
double aktualni_zaviraci_cena = Close[0];
```

`double Open[]` – proměnná typu pole, jenž obsahuje otevírací cenu indexovaného časového rámce⁴ na daném trhu.

Příklad:

```
double aktualni_oteviraci_cena = Open[0];
```

`double High[]` – Obsahuje nejvyšší dosaženou hodnotu svíčky na daném trhu zadanou indexem.

Příklad:

```
double nejvyssi_hodnota_aktualni_svice = High[0];
```

`double Low[]` – Obsahuje pole nejnižších hodnot svíček daného trhu.

Příklad:

```
double predchozi_nejnizsi_hodnota_ceny = Low[1];
```

`double Volume[]` - Obsahuje pole hodnot objemů obchodů na daném trhu. Nejedná se však o skutečný počet objemů, ale o počet změn (ceny na trhu) nastalých v daném

⁴ Časový rámec - časový rozsah znázorněn jako jeden bod na vodorovné časové ose. Rozdíl dvou sousedních hodnot na časové ose. V hodinovém grafu je časový rámec 1 hodina, v pěti minutovém grafu je časový rámec 5 minut.

časovém rámci. Jinak řečeno, změnila-li se cena během časového úseku 13:45 až 13:46 na určitém trhu 12 krát, hodnota `Volume[]` s indexem směřujícím k času 13:45 je právě 12.

Příklad:

```
double pocet_zmen_ceny = Volume[0];
```

`datetime Time[]` – Obsahuje pole hodnot datumu a času vztahujících se k otevření dané svíčky.

Příklad:

```
datetime cas_otevreni_predminule_svicky = Time[2];
```

1.5 Obchodní funkce

Obchodní funkce jsou funkce, které po vykonání v platformě na straně brokera vytváří, modifikují nebo uzavírají obchodní příkaz. Obchodní funkce `OrderSend()`, `OrderClose()` a `OrderCloseBy()` a `OrderDelete()` a `OrderModify()` jsou použitelné pouze v režimu EA, případně Script, ale nelze je využít v režimu CI. Tyto funkce lze volat pouze v případě, že při spuštění strategie je v záložce obecné uživatelem zatrženo výběrové pole *Umožnit obchodování*. Zatržení tohoto pole je kontrolováno vždy při volání kterékoliv z těchto funkcí. Pokud kterákoliv z funkcí vrátí chybu, je vhodné pro její bližší identifikaci použít funkci `GetLastError()`. [5]

1.5.1 Funkce `OrderSend()`

Slouží k otevření pozice⁵. Funkce vrací číslo tiketu (zrealizované pozice) nebo v případě chyby hodnotu -1. Číslo tiketu slouží jako jedinečný identifikátor dané transakce⁶ a může být dále použito např. při modifikaci či uzavření pozice.

⁵ Pozice, též transakce je investice do finančního nástroje. Může být typu okamžitého (market) nebo čekajícího (limit). Otevření pozice nákup znamená např.: nakoupení akcií daného trhu. Uzavření této pozice pak značí prodej těchto akcií.

⁶ Viz tamtéž.

Syntaxe: [5], [6]

```
int OrderSend ( string symbol, int cmd, double volume, double price,
               int slippage, double stoploss, double takeprofit,
               string comment=NULL, int magic=0, datetime expiration=0,
               color arrow_color=CLR_NONE)
```

Parametry funkce:

Symbol – Trh, na kterém je třeba zadat pozici (otevřít či uzavřít příkaz), např. EurUsd, EurGbp, Golds. Zadáním funkce *Symbol()* namísto konkrétního trhu se do hodnoty symbol vždy přiřadí hodnota z aktuálního grafu, v němž je EA spuštěn.

cmd – Definuje typ příkazu. Zda jde o pokyn okamžitý nebo o pokyn čekající typu limit nebo stop. Každý typ lze vyjádřit číselným kódem nebo textovým řetězcem. Typy cmd jsou následně popsány ve tvaru – [značení řetězcem] [(značení číselnou hodnotou)] :

- OP_BUY (0) - značí otevření okamžité pozice typu nákup,
- OP_SELL (1) - pokyn pro otevření okamžité typu prodej,
- OP_BUYLIMIT (2) – čekající pokyn, při dosažení zadané ceny (nižší než aktuální) otevře pozici nákup,
- OP_SELLLIMIT (3) – čekající pokyn, při dosažení zadané ceny (vyšší než aktuální) otevře pozici prodej,
- OP_BUYSTOP (4) - čekající pokyn, při dosažení zadané ceny (vyšší než aktuální) otevře pozici nákup,
- OP_SELLSTOP (5) – čekající pokyn, při dosažení zadané ceny (nižší než aktuální) otevře pozici prodej.

Volume – velikost pozice (příkazu), objem obchodovaného množství. Zadáván v lotech⁷.

Price – cena, při jejímž dosažení má být příkaz realizován. Jedná li se o příkaz typu prodej, realizuje se pomocí vyhrazené proměnné Bid, která obsahuje aktuální prodejní

⁷ Lot – velikost jedné nákupní či prodejní jednotky nebo-li množství, objem obchodovaných akcií.

cenu na daném trhu. Opačně v případě pozice typu nákup se použije vyhrazená proměnná Ask.

Slippage – (skluz), maximální tolerovaný rozdíl mezi požadovanou cenou a skutečnou cenou, za kterou se obchod zrealizuje.

Stoploss – cena, při jejímž dosažení (trh se vyvinul opačným směrem, než bylo predikováno) se uzavře otevřený příkaz. Jinak řečeno nastavení maximální ztráty. Obvykle zadáván jako Ask – Stoploss, kde Stoploss je třeba pomocí Point převést z pipů na cenu:

$$\text{Ask [v aktuální ceně]} - \text{Stoploos [v pipech]} * \text{Point} \quad // \text{Pro prodej}$$

$$\text{Bid [v aktuální ceně]} + \text{Stoploos [v pipech]} * \text{Point} \quad // \text{Pro nákup}$$

TakeProfit – cena, při jejímž dosažení je obchod uzavřen, jinak řečeno hodnota zisku při kterém dojde k uzavření příkazu. Zadání je provedeno podobným způsobem jako u stoploss. Pouze se změní znaménko v rovnici.

$$\text{Ask [v aktuální ceně]} + \text{TakeProfit [v pipech]} * \text{Point} \quad // \text{Pro prodej}$$

$$\text{Bid [v aktuální ceně]} - \text{TakeProfit [v pipech]} * \text{Point} \quad // \text{Pro nákup}$$

Comment – komentář, který je zobrazen v MetaTraderu při zrealizování pozice. Je třeba zadávat v uvozovkách (String). Hodnota NULL značí bez komentáře.

Magic – zvolené jedinečné číslo, které umožní identifikaci jednotlivých příkazů na účtu obchodníka, např.: rozlišení příkazů zadaných ručně a zadaných pomocí EA. Je možno zadat ručně či použít předdefinovanou proměnnou Magic_number, které se přiřadí hodnota ve funkci Start().

Expiration – délka platnosti zadané pozice. Použitelné pouze pro čekající pokyny. Pro okamžité pozice se vyplňuje hodnota 0.

Arrow color – barva šipky v grafu této pozice. Pouze grafická pomůcka, která nemá vliv na zadávaný pokyn.

Příklad:

Zadání pozice typu okamžitý nákup objemu 1 lot za cenu nákupu se stoploss 20, takeprofit 25, s názvem “automatický nákup”, s magickým číslem 12567, s neomezenou expirací a barvou šipky v grafu modrou:

```
ticket = OrderSend ( Symbol(), OP_BUY, 1, Ask, 4, Ask-20*Point,
                    Ask+25*Point, "Automatický nákup", 12567 , 0 ,Blue);
```

1.5.2 Funkce OrderModify()

Používá se k úpravě již existující otevřené pozice či čekající pozice. Vrací hodnotu typu bool, což znamená, že pokud se podaří pozici upravit, funkce vrátí true, v opačném případě false. Není již možné upravit parametry, které jsou definovány při otevření pozice funkcí *OrderSend()*: typ operace, objem, slippage, komentář a magické číslo.

Syntaxe:

```
bool OrderModify( int ticket, double price, double stoploss,
                 double takeprofit, datetime expiration,
                 color arrow_color=CLR_NONE)
```

Parametry funkce:

ticket – číslo tiketu objednávky, která má být upravena. Toto číslo je vráceno funkcí *OrderSend()*, pokud by bylo zapotřebí získat opětovně číslo tiketu, lze použít funkci *OrderTicket()*.

price, stoploss, takeprofit, expiration a arrow_color – nové hodnoty, které je požadováno upravit. Hodnoty, které zůstávají beze změny musí být též zadány a to v aktuálním stavu. Užití i význam je stejný jako u funkce *OrderSend()*.

Příklad:

Změna otevřené pozice tiketu vytvořeného v příkladu u funkcí *OrderSend()* v této kapitole. Změna spočívá v navýšení parametru stoploss o 10 pipů.

```
OrderModify ( ticket , Ask , Ask-20*Point , Ask+25*Point, 0 ,Blue);
```

Nicméně je nutné si uvědomit, že pokud byla otevřena nákupní pozice při ceně 1.000 příkazem *OrderSend()*, který zajistil nastavení stoploss na hodnotu Ask-10*Point tj. na cenu 0.990, dojde-li k modifikaci příkazu pomocí *OrderModify* (obvykle až po určité době, kdy aktuální cena na trhu již je jiná), ač bude hodnota stoploss obsahovat téže nastavení - Ask-10*Point, při nové aktuální ceně např.: 1.010 bude výsledný stoploss 1.000, oproti předchozí 0.990 nastavené při otevírání pozice, tudíž bude pozměněn. Taktéž takeprofit se posune oproti aktuální hodnotě na trhu.

1.5.3 Funkce OrderClose()

Funkce uzavře otevřenou pozici, pokud již nebyla uzavřena automaticky dosažením hodnoty stoploss či takeprofit. Vrací bool hodnotu true v případě úspěchu, false v případě neúspěchu – zavření již proběhlo nebo neúspěch při pokusu o uzavření. Při uzavírání pozice je třeba znát číslo tiketu otevřené pozice nebo ho zjistit pomocí kombinací funkcí *OrderSelect()* a *OrderTicket()* popsané dále.

Syntaxe:

```
bool OrderClose(int ticket, double lots, double price,
                int slippage, color Color=CLR_NONE)
```

Parametry funkce:

Význam parametrů je stejný jako u funkce *OrderSend()* s tím rozdílem, že zde se jedná o uzavírací cenu.

Příklad:

Uzavření pozice otevřené v příkladu u funkce *OrderSend()* v této kapitole. Je uzavřena polovina obchodovaného otevřeného objemu (0.5 lotů) za prodejní cenu, za předpokladu, že nedojde ke skluzu mezi požadovanou a reálnou cenou obchodu vyššímu než 3 pipy. Uzavření transakce bude značeno v grafu šipkou červené barvy.

```
OrderClose(ticket,0.5,Bid,3,Red);
```

1.5.4 Funkce OrderSelect()

Funkce vybere příkaz k dalšímu zpracování a to dle pořadí nebo dle id pozice (číslo tiketu). Funkce vrací bool hodnotu - true v případě nalezení pozice a false v případě neúspěchu. Výběr příkazu je třeba provést před voláním bezparametrových funkcí jako např. *OrderOpenPrise()*,*OrderLots()*,*OrderType()*,*OrderSymbol()*.

Syntaxe: [1],[7]

```
bool OrderSelect( int index, int select, int pool=MODE_TRADES )
```

Parametry funkce:

index – Hodnotou je v závislosti na hodnotě parametru funkce select buď číslo tiketu nebo číslo pořadí pokynu.

select – určuje, dle čeho se pokyn vyhledává. Může nabývat dvou stavů:

- **SELECT_BY_POS** – pokyn je vyhledán dle čísla pořadí, parametr index toto číslo pořadí stanovuje,
- **SELECT_BY_TICKET** – pokyn je vyhledán dle čísla tiketu, číslo tiketu je stanoveno v parametru index. Při této hodnotě je ignorován parametr pool.

Pool – parametr určující mód vyhledávaného pokynu. Zadává se pouze pokud je select nastaven na hodnotu **SELECT_BY_POS** – výběr dle pořadí. Jsou možné dva módy:

- **MOD_TRADES** – je vybrán pokyn ze všech otevřených a čekajících pozic,
- **MOD_HISTORY** – je vybrán pokyn ze všech uzavřených pozic.

Příklad:

Pokus o výběr tiketu s číslem 12470. Pokud tiket existuje, je vypsána hláška s následnou otevírací cenou daného tiketu.

```
if(OrderSelect(12470, SELECT_BY_TICKET)==true)
    Print("Pozice #12470 otevřena při ceně ", OrderOpenPrice())
```

Pro pochopení způsobu obchodování a zrealizování transakce je znalost těchto základních obchodních funkcí postačující.

1.5.5 Bezparametrické funkce

Bezparametrické funkce se již nepodílí přímo na realizaci transakce. Tyto funkce jsou bezparametrické a jsou vždy vztaženy k aktuálnímu vybranému příkazu. To znamená, že jim musí předcházet funkce *OrderSelect()*, která vybere tiket, k němuž se následné funkce vztahují: [1]

OrderLots() – Vrátí počet Lotů, s kterými daný pokyn obchoduje.

OrderType() – Vrací typ pokynu zadaný ve funkci *OrderSend()* parametrem cmd.

OrderTicket() – Vrací číslo aktuálního tiketu.

OrderSymbol() – Vrací symbol aktuálního trhu (Oils, EurUsd...).

OrderProfit() – Vrací aktuální zisk u otevřené pozice (bez swapu⁸).

OrderStopLoss() – Vrací hodnotu maximální ztráty daného příkazu, jejímž dosažením je příkaz uzavřen.

OrderTakeProfit() – Vrací hodnotu maximálního zisku daného příkazu jejímž dosažením je příkaz uzavřen.

OrderOpenPrice() – Vrací otevírací cenu pokynu, při které byl pokyn otevřen.

OrderClosePrice() – Vrací zavírací cenu pokynu. Pokud pokyn ještě nebyl uzavřen, vrátí hodnotu 0.

OrderOpenTime() – Vrací čas při otevření pokynu.

OrderCloseTime() – Vrací čas při uzavření pokynu. Pokud pokyn nebyl uzavřen, vrací hodnotu 0.

⁸ Swap – „Druh finančního derivátu, spočívajícího v opakující se výměně dvou plateb, obvykle jednou za půl roku. Swap umožňuje buď zajistit se proti určitému finančnímu riziku (změna devizového kurzu, úrokových sazeb apod.) nebo naopak spekulovat. V případě zajištění (spekulaci) proti kurzovému riziku jsou platby ve dvou různých měnách.“ [10]

2 POPIS VYBRANÝCH INDIKÁTORŮ

Indikátor je nástroj technické analýzy ve formě programu, který na základě údajů o cenách daného trhu a svého vnitřního algoritmu vyhodnotí stav daného trhu a graficky znázorní svůj výsledek (obvykle predikci vývoje) do grafu daného trhu nebo do pomocného grafu. Definice indikátoru tedy úzce souvisí s definicí technické analýzy, která zní: „*Metoda analýzy trhu, která studuje poptávku a nabídku daného instrumentu na základě grafického zobrazování vývoje cen.*“ [10]

V této kapitole jsou popsány hlavní způsoby, jak lze indikátory chápat, číst z grafu a jak nejlépe je vhodně použít. Je předpokládána základní orientace v obchodních grafech. Dále je vysvětlen vnitřní algoritmus indikátorů a jejich syntaxe.

Všechny grafy vyjma Graf 1 a Graf 2 této kapitoly jsou vytvořeny pomocí platformy MetaTrader 4 Admiral Markets AS s historickými daty ze serveru tohoto brokera pod názvem AM-Demo. Zobrazené časové období v grafech je 11:30 – 13:37 hod. a použita je minutová časová osa (M1).

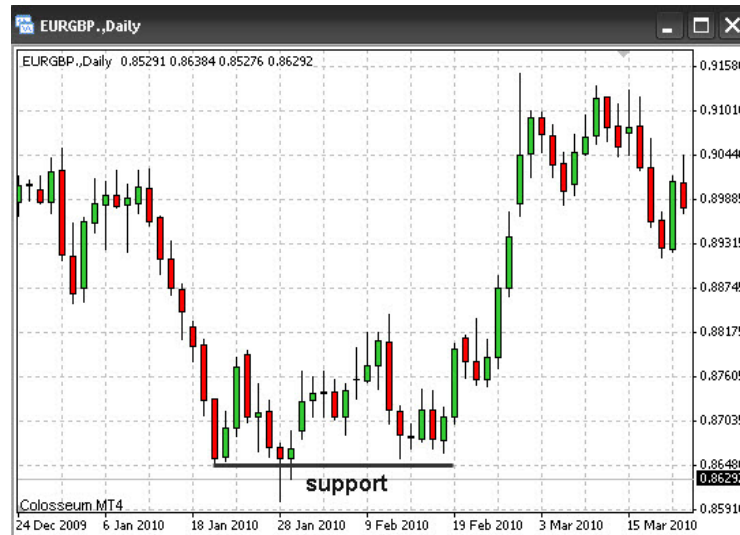
K pochopení textu této a dalších kapitol je třeba vysvětlení následujících obchodních pojmů:

Trend – obecný směr trhu, sousledná řada vyšších cen pro stoupající trend (uptrend), také nazýván býčí trend, a sousledná řada klesajících cen pro klesající trend (downtrend), také nazýván medvědí trend. Pokud se směr trhu nejeví jako stoupající ani jako klesající, hovoří se o bočním trendu. Trendy se dle jejich délky dále dělí na: [9]

- Primární – dlouhodobý trend, je hlavní trend, ve kterém se trh pohybuje. Obvykle trvá 1 až 3 roky.
- Sekundární – střednědobý trend, může působit opačným směrem či korigovat primární trend. Obvykle trvá od tří týdnů do tří měsíců. Je často také volatilnější oproti primárnímu trendu.
- Vedlejší – krátkodobý trend, který je určován v rámci období kratšího než tři týdny. Opět často působí jako korekce sekundárního trendu.

Volatilita – kolísavost daného trhu. Čím vyšší volatilita, tím větší rozpětí ve kterém trh kolísá (vyšší cenové výkyvy).

Support – cenové dno neboli historická cenová úroveň, od které ceny začaly stoupat či alespoň přestaly klesat. Stanovení supportu je patrné z Grafu (Graf 1).



Graf 1. Zobrazení supportu. [8]

Rezistence - cenový vrchol neboli historická cenová úroveň, od které ceny začaly klesat či alespoň přestaly stoupat. Rezistence je patrná z grafu (Graf 2).



Graf 2. Zobrazení rezistence. [8]

Indikátory se dělí dle použití a vnitřního algoritmu do těchto základních skupin:

- Trendové indikátory – indikátory sledující trend. Slouží tedy převážně k určení směru trendu. Fungují obvykle na základu výpočtu klouzavého průměru, z čehož vyplývá, že jejich reakce je „zpožděná“ a k predikci tedy dochází až poté, kdy se ceny na trhu změní. Toto je určitá cena za odfiltrování falešných signálů. Tyto indikátory fungují nejlépe na trendových trzích. Na trzích s bočním či neurčitým trendem vykazují obvykle ztrátu. [9]

Další dělení indikátorů se značně liší dle různých autorů. [9], [11], [1]. V této práci je vycházeno z [1], kde se další rozdělení shoduje s rozdělením v použité platformě pro automatické obchodování užití v praktické části této práce.

- Oscilační indikátory – tyto indikátory slouží převážně k určení přeprodanosti a překoupenosti trhu. Oscilují kolem pevně dané periody s přihlédnutím k aktuálním cenám na trhu. Nejlepší výsledky dosahují na netrendových trzích. Mezi nejznámější představitele patří MACD, Envelopes, Stochastic Oscillator, Moving Average of Oscillator.
- Objemové indikátory – indikátor založený na měření tržní síly, která je vypočtena obvykle z tržního objemu obchodů nebo počtu otevřených obchodů, z kterých je vypočtena síla trhu. Z nejznámějších do této skupiny patří: Money Flow Index, Volumes, Accumulation/Distribution.
- Indikátory volatility – jsou další skupinou indikátorů, které již nejsou děleny v samostatné podskupině dle [1], ale jsou dle autora podstatné. Jsou to indikátory volatility, jenž měří rozpětí cenových výchylek trhu. Z této kategorie jsou hlavními zástupci Bollinger bands a Envelopes. [11]
- Indikátory Billa Williamse – Bill Williams je natolik známý úspěšný obchodník a natolik proslavil své vytvořené indikátory, že i když by se jeho indikátory měli rozložit do výše jmenovaných skupin indikátorů, má v mnoha platformách umožňující automatické obchodování samostatně vyčleněnou podskupinu právě

a jen pro jeho indikátory. Z neznámějších jsou to indikátory: Awesome, Alligator, Fractals.

Z každé skupiny jsou vybrány zástupci a popsány v nadcházející kapitole.

2.1 Indikátory trendu

2.1.1 Moving Average

Moving Average (dále jen MA) – klouzavý průměr. Tento indikátor je jeden z nejpoužívanějších a je obsažen ve skoro každé platformě pro obchodování na finančních trzích. Jeho vnitřní algoritmus je založen na výpočtu průměru (obvykle zavíracích cen) za určité časové období. Indikátor se užívá k určení směru trendu, z čehož plyne, že pokud křivka stoupá, je avizován vzestupný směr a je vybízeno k zadání pozice typu nákup. Klesá-li křivka MA, je vhodné zadat pozici typu prodej. Jeho použití nespočívá v nalezení vstupního či výstupního bodu v trhu, ale spíše jako potvrzující indikátor, zejména v kombinaci s objemovými indikátory. Klouzavé průměry jsou děleny na čtyři poddruhy, dle vnitřního algoritmu výpočtu výsledné hodnoty:

- **Simple Moving Average** (dále jen **SMA**) – jednoduchý klouzavý průměr.
- **Exponencial Moving Average** (dále jen **EMA**) – exponenciální klouzavý průměr, kde je vyšší priorita kladena na čerstvější cenu na daném trhu.
- **Smoothed Moving Average** (dále jen **SMMA**) - vyhlazený klouzavý průměr.
- **Linear Weighted Moving Average** (dále jen **LWMA**) - lineárně vážený klouzavý průměr.

Z nich jsou nejčastěji používány SMA a EMA. Jak je patrné z grafu (Graf 3), kde jsou znázorněny vypočtené hodnoty SMA, EMA, SMMA, LWMA, rozdíly v průběhu křivek jsou minimální. Z tohoto důvodu jsou běžně používány obvykle pouze SMA a EMA. V grafu se nachází pod červenou křivkou hodnoty SMA, pod modrou křivkou EMA, hnědě je znázorněn průběh SMMA a zeleně průběh LWMA.

Co však je pro všechny křivky založené na klouzavém průměru charakteristické, je právě jejich „opožděnost“ vůči aktuální hodnotě ceny, což je opět patrné ze zmíněného grafu.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, MA - 14, 0, Close, SMA - červená, EMA - modrá, SMMA - hnědá, LWMA – zelená.



Graf 3. Grafický průběh Moving Average

Obchodní příležitosti: [12]

Často se používá pro potvrzení trendu. Při překřížení s aktuální hodnotou na trhu k predikci vývoje – pokud indikátor překřížil cenu na trhu ze směru zdola nahoru, je avizován prodej a naopak. Při použití více MA indikátorů s různou periodou platí, že při překřížení indikátorem s kratší periodou směrem se zdola nahoru indikátoru s delší periodou je signalizován nákup a naopak. V případě použití s objemovým indikátorem je při vzrůstu křivky MA a současném vzestupu objemu brána tato souhra jako silný signál k nákupu. V případě klesání křivky indikátoru za současného poklesu objemu je tento fakt brán jako predikce prodeje. Roste-li křivka indikátoru a zároveň klesá objem obchodů, je predikována změna trendu.

Výpočet: [1]• **SMA**

$$SMA = SUM(CLOSE, N)/N$$

CLOSE – závírací cena svíce,

N – počet period (délka období).

• **EMA**

$$EMA = (CLOSE(i)*P)+(EMA(i-1)*(1-P)),$$

CLOSE(i) – závírací cena periody,

EMA(i-1) – EMA předchozí uzavřené periody,

P – procentuální užití hodnoty ceny.

• **SMMA**

$$SUM1 = SUM(CLOSE, N),$$

SUM1 - celkový součet závíracích cen za N period,

$$SMMA1 = SUM1/N,$$

SMMA1 – SMA první svíčky,

$$PREVSUM = SMMA(i-1) *N,$$

PREVSUM – SMA předchozí svíčky,

SMMA(i) – SMA aktuální (počtené) svíčky,

$$SMMA(i) = (PREVSUM-SMMA(i-1)+CLOSE(i))/N,$$

CLOSE(i) – Aktuální závírací cena,

N – Velikost periody.

• **LWMA**

$LWMA = SUM(Close(i)*i, N)/SUM(i, N)$, kde $SUM(i, N) \rightarrow$ je celková suma vážených koeficientů, $N \rightarrow$ velikost periody.

Syntaxe:

```
double iMA( string symbol, int timeframe, int period,
           int ma_shift, int ma_method, int applied_price,
           int shift );
```

Parametry:

symbol – symbol (např. Eur/Usd, Eur/Gbp, Golds) neboli trh, z kterého je hodnota indikátoru vypočtena. Hodnota NULL značí aktuální symbol nastavený v platformě při spuštění strategie, testování či optimalizaci,

timeframe – časový rámec neboli hodnota časového rámce, z kterého má být stochastik vypočten (M1 – jedna minuta, M5, H1 atd.),

period – délka období neboli velikost periody, z které je MA vypočtena,

ma-shift – posunutí v časové ose zpět o určitý počet časových rámců. Rámce jsou užity pro výpočet hodnoty MA,

ma-method – Moving Average metoda, která bude použita při výpočtu neboli způsob výpočtu klouzavého průměru. Možné hodnoty jsou:

- SMA – 1
- EMA – 2
- SMMA – 3
- LWMA – 4

applied price – cena aplikovaná do výpočtu. Viz. příloha (Příloha II),

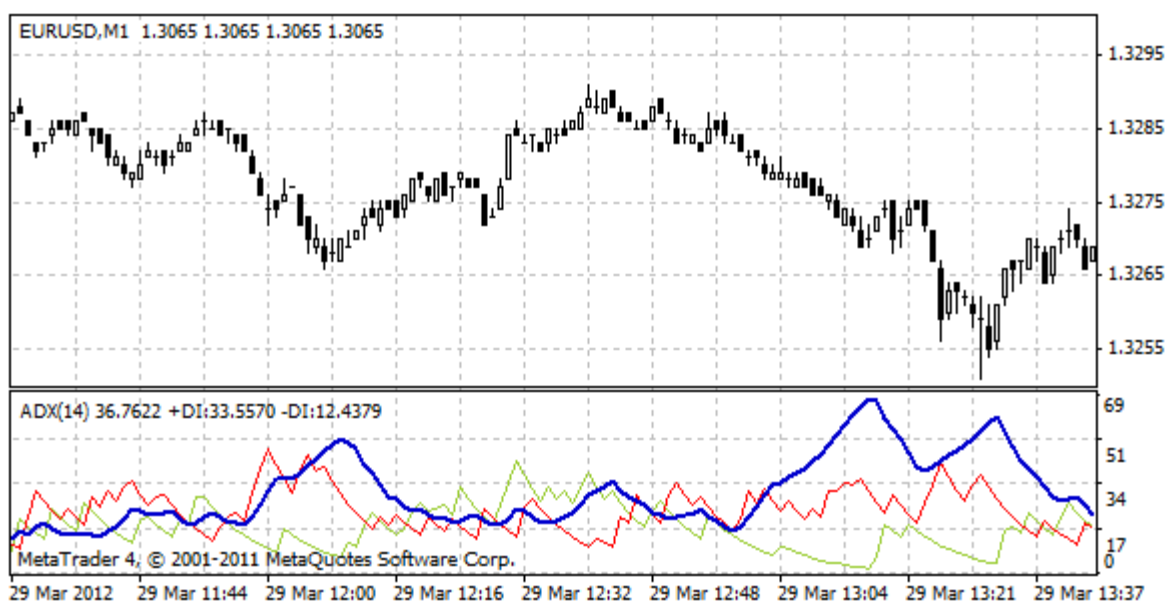
shift – posunutí, které je počteno zprava doleva, tj. 0 značí hodnotu vypočtenou vůči aktuálním hodnotám trhu, 1 značí hodnotu vypočtenou pro časový rámec o jednu jednotku zpožděný tj. v minutovém grafu (M1) je to hodnota vypočtená z hodnot daného trhu o minutu zpožděných, v hodinovém pak o hodinu zpožděných.

2.1.2 Average Directional Movement Index

Average Directional Movement Index (dále jen ADX) – Průměrný směrový index. Ukazuje současnou sílu trendu, která se pohybuje v rozmezí hodnot 0 až 100. Nízké

hodnoty 0 – 20 signalizují slabý trend nebo konec současného trendu a začátek opačného trendu. Hodnoty od 40 výše značí silný trend. Hodnoty nad 60 značí velmi silný trend a jsou spíše výjimkou, ovšem vždy záleží na nastavení parametrů indikátoru. Pokud bude zvolen například příliš nízký parametr periody, může indikátor nabývat hodnoty 100 i několikrát během jedné hodiny na minutovém grafu. ADX tedy určuje pouze celkovou sílu trendu. Jeho výpočet se skládá ze dvou pomocných křivek +DI (pozitivní směrový indikátor) a –DI (negativní směrový indikátor), kde +DI měří sílu trendu býčícího (stoupajícího) a –DI udává sílu medvědího (klesajícího) trendu. Je možné tyto křivky též samostatně využít. Reakce indikátoru ADX a jeho pomocných křivek +DI a –DI na vývoj dat na trhu je znázorněn v grafu (Graf 4).

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, ADX - 14, Close.



Graf 4. Průběh indikátoru ADX

Obchodní příležitosti:

ADX slouží převážně k měření síly stávajícího či klesajícího trendu nebo pro potvrzení zda je trh trendový či netrendový. Nelze jej použít pro predikci směru trendu. Pomocné +DI a –DI již lze použít k predikci směru trendu.

Výpočet:

$$ADX = \text{SUM} ((+DI - (-DI)) / (+DI + (-DI)), N) / N$$

N – počet period použitých pro kalkulaci

Syntaxe:

```
double iADX( string symbol, int timeframe, int period,  
            int applied_price, int mode, int shift );
```

Parametry:

Všechny parametry, mimo parametru mode, jsou popsány v předchozí podkapitole (2.1.1) s názvem Moving Average - MA.

Mode – Tímto parametrem je vybíráno, která hodnota má být vrácena funkcí. Jelikož indikátor je složen ze tří křivek, je zde vybírána hodnota určité jedné křivky. Tato funkce vrací pouze jednu hodnotu. Možné stavy jsou MODE_MAIN pro hodnotu ADX, MODE_PLUSDI pro hodnotu +DI a MODE_MINUSDI pro hodnotu -DI.

2.1.3 Parabolic SAR

Anglická zkratka SAR značí Stop And Reverse, z čehož je patrna původní zamýšlená funkce tohoto indikátoru a to sice ukončit pozici a otevřít opačnou pozici (při překlopení indikátoru). Uživatel by tedy dle původního záměru stvořitele Wellesna Wilderema byl neustále zapojen do trhu. Dnes se spíše více užívá k umístování a posouvání hranice stoploss. [13] Pokud je tedy indikátor použit k původně zamýšlené predikci vývoje, je dobré vědět, že když je hodnota indikátoru vyšší, než aktuální cena trhu, je signalizován prodej. Pokud je hodnota SAR pod hodnotou ceny, je signalizován nákup. Hodnotu indikátoru je opět možné si představit jako nastavenou hodnotu stoploss v grafu, z čehož je pak logický predikovaný vývoj. Vykazuje-li indikátor nižší hodnoty (modré šipky jsou pod sloupci), je indikován nárůst ceny, tudíž zadání pozice typu nákup. Jak je patrné z grafu (Graf 5), indikátor vkládá do grafu vývoje ceny na daném trhu modré šipky nad nebo pod aktuální cenou a určitou rychlostí se přibližuje směrem k hodnotě na daném trhu. Cena na trhu se vyvíjí stejným směrem, jako je spád indikátoru a indikátor nebude

překlopen – období 12:50 až 13:05. Pokud se aktuální cena na trhu překříží s hodnotou indikátoru (modrou šipkou), dojde k překlopení indikátoru a tudíž k predikci opačného trendu.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, Parabolic SAR - 0.01, 0.2.



Graf 5. Průběh indikátoru Parabolic SAR

Obchodní příležitosti:

Není vhodný pro netrendové trhy, používá se při vysoké volatilitě pro vyhledání trendu. V současnosti je nejvíce využíván k posunu hodnot stoploss v otevřených pozicích.

Výpočet:

$$SAR(i) = SAR(i-1) + ACCELERATION * (EPRICE(i-1) - SAR(i-1)),$$

SAR (i-1) – hodnota předchozí svíce,

ACCELERATION – akcelerační faktor,

EPRICE(i-1) – nejvyšší (nejnižší) hodnota předchozí periody.

Syntaxe:

```
double iSAR( string symbol, int timeframe, double step,  
            double maximum, int shift);
```

Parametry:

Parametry **symbol**, **timeframe**, **shift** jsou popsány v předešlých podkapitolách.

step – krok (průměrný přírůstek) neboli hodnota, o kterou se změní indikátor SAR,

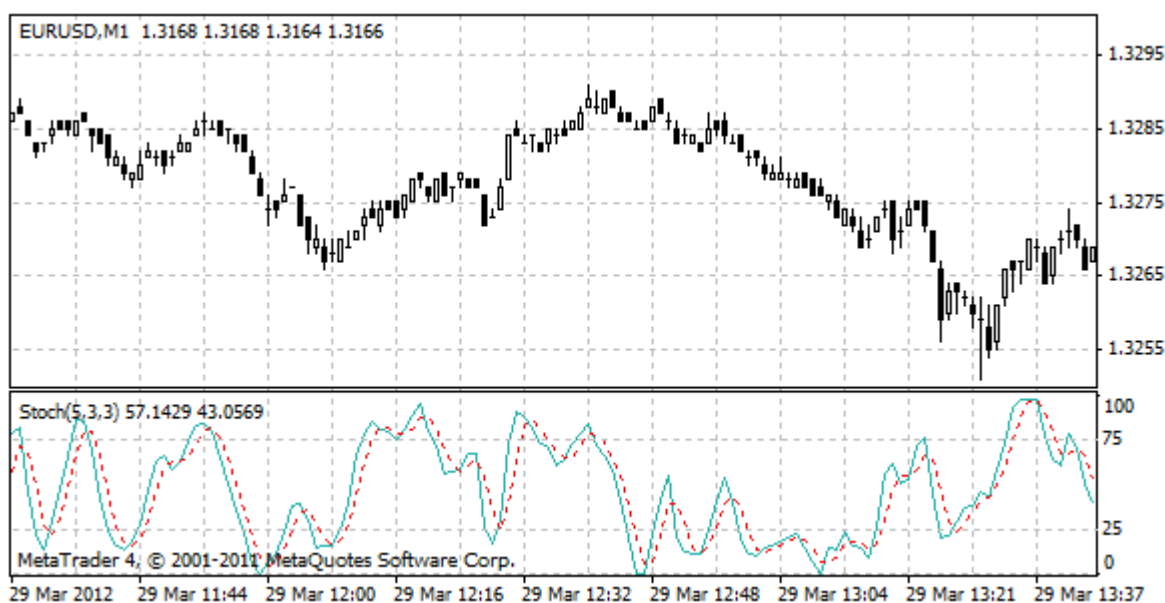
maximum – maximální přírůstek či úbytek, o který se může změnit hodnota SAR.

2.2 Oscilátorové indikátory

2.2.1 Stochastic Oscillator

Stochastic Oscillator (dále jen Stochastik) je indikátor, jehož výpočet hodnot je založen na předchozích zavíracích cenách a rozpětí minulých období. Skládá se ze dvou křivek – %K a %D.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, Stochastic - 5,3,3.



Graf č. 1: Průběh indikátoru Stochastic Oscillator

Tyto nabývají procentuálních hodnot v rozmezí 0 až 100 procent. Křivky jsou téměř totožné s malým rozdílem v tom, že křivka %D oproti křivce %K je vyhlazenější a má pomalejší reakci na data daného trhu. Stochastikovo hlavní využití se nachází v nalezení konce trendu. Jinými slovy pomáhá při detekci uzavření transakce. Druhým důležitým využitím je určení přeprodanosti a překoupenosti trhu. Pohybují-li se hodnoty indikátoru v nízkých částkách (obvykle 0% až 30%), znamená to pro obchodníka znak přeprodanosti trhu a vyzývá tak k otevření transakce typu nákup. Opačně při vysokých hodnotách (obvykle 70% až 100%) značí překoupenost trhu a vyzývá uživatele k prodeji na tomto trhu. Nejlepšího uplatnění dosahuje na trzích s bočním či nevýrazným trendem.

Obchodní příležitosti:

- Nalezení konce trendu (uzavření pozice).
- Nalezení začátku trendu (otevření pozice).

Výpočet:

$$\%K = (CLOSE - LOW(\%K)) / (HIGH(\%K) - LOW(\%K)) * 100$$

CLOSE – denní zavírací cena,

LOW(%K) – nejnižší minimum v %K periodě,

HIGH(%K) – nevyšší maximum v %K periodě,

$$\%D = SMA(\%K, N),$$

N - vyhlazená perioda,

SMA – jednoduchý klouzavý průměr.

Syntaxe: [1]

```
double iStochastic ( string symbol, int timeframe, int %Kperiod,
                    int %Dperiod, int slowing, int method,
                    int price_field, int mode, int shift );
```

Parametry:

Parametry **symbol**, **timeframe** a **shift** jsou popsány v podkapitole 2.1.1. Parametr **method** je roven parametru `ma_method` a je popsán ve zmíněné podkapitole (2.1.1).

%Kperiod - %K délka periody oscilátoru křivky K (modré),

%Dperiod - %D délka periody oscilátoru křivky D (červené),

slowing - zpomalení a vyhlazení průběhu,

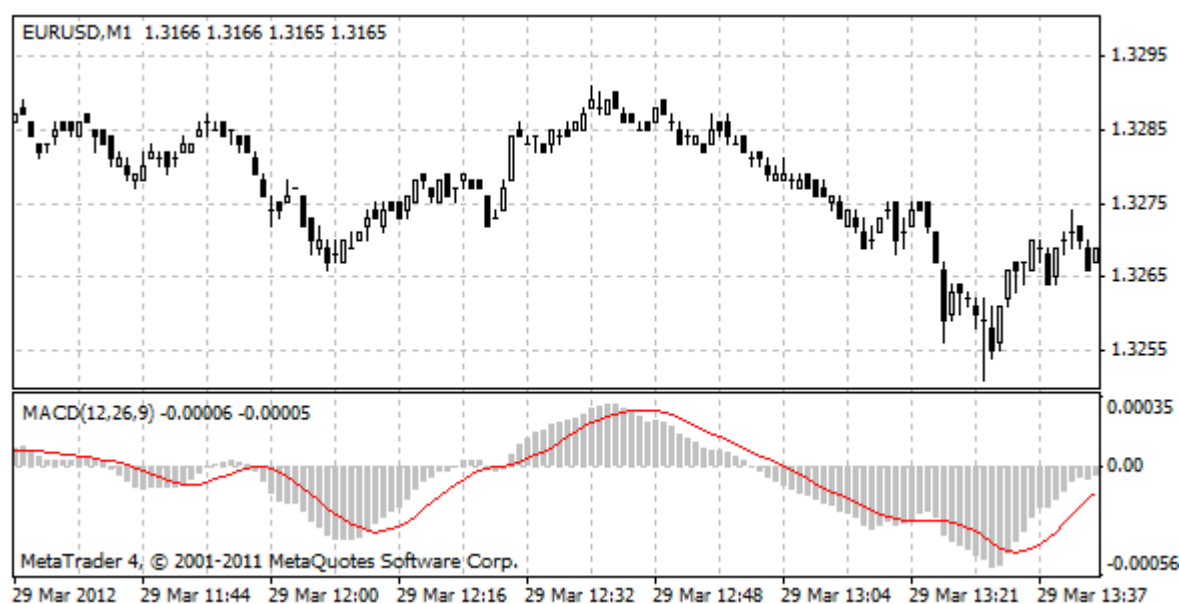
price_field - parametr pro výběr ceny. Hodnota ze svíce, která je použita k výpočtu. Může nabývat dvou stavů. 0 – výběr nejvyšší/nejnižší hodnoty ve svíci, 1 – zavírací cena svíce,

mode - mód indikátoru Stochastik. Obsahuje dvě křivky %D a %K. Pro výběr křivky %D je třeba nastavit hodnotu `MODE_MAIN`, pro křivku %K, `MODE_SIGNAL`.

2.2.2 MACD

Moving Average Convergence/Divergence (dále jen MACD) je trendový indikátor sledující sbíhavost a rozbíhavost dvou exponenciálních klouzavých průměrů (EMA) neboli sleduje vztah mezi nimi. Při obvyklém výchozím nastavení 26,12,9, které je patrné z grafu (Graf 6) je použita EMA s délkou období (počet časových rámců) 26 a rychlejší (krátkodobější) EMA s délkou období 12. Jejich rozdíl pak tvoří výška (hodnota) šedého sloupce. Dále je v grafu vidět signální křivka (červená), která je vytvořena pomocí EMA s délkou období 9. Tato křivka se nazývá signální, někdy trigger. Dále je třeba si povšimnout v grafu nulové linky, která hraje významnou roli při stanovení obchodních příležitostí. [9]

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, MACD - 12,26,9.



Graf 6. Průběh indikátoru MACD

Obchodní příležitosti:

- Překřížení MACD (šedý sloupec) s nulovou linkou. Pokud MACD klesne pod nulovou linku, je signalizován prodej, vzrůst MACD nad nulovou linku vybízí k nákupu.
- Překřížení MACD se signální křivkou. Překřížení MACD signální křivkou ve směru zesponu nahoru je signálem k nákupu. Překříží li ji ve směru shora dolů, je signalizován prodej.
- Divergence MACD a ceny trhu. Pokud je v grafu ceny vyšší poslední rezistence (maximum) oproti předešlé a MACD vykazuje poslední rezistenci nižší než předešlá, je indikována změna trendu. Stejně je tomu v případě supportů. Pokud ale MACD i cena trhu vytvoří nové vyšší rezistence oproti předchozím, je signalizován silný trend nebo potvrzení trendu. Stejně je tomu v případě supportů.

Výpočet: [1]

$$MACD = EMA(CLOSE, 12) - EMA(CLOSE, 26),$$

MACD je rozdíl EMA o délce periody 12 a EMA o délce periody 26,

$$SIGNAL = SMA(MACD, 9),$$

signální křivka je rovna SMA o délce periody 9.

Syntaxe:

```
double iMACD( string symbol, int timeframe, int fast_ema_period,
              int slow_ema_period, int signal_period,
              int applied_price, int mode, int shift );
```

Parametry:

Parametry **symbol**, **timeframe**, **applied_price mode**, **shift** jsou popsány v předchozích podkapitolách.

fast_ema_period – hodnota časového období rychlé EMA,

slow_ema_period – hodnota časového období pomalejší EMA,

signal_periods – hodnota časového období signální (červené křivky) EMA.

2.2.3 OSMA

Moving Average of Oscillator – Je oscilátorový indikátor, který vychází z MACD indikátoru. OSMA je rozdíl křivky MACD a jeho signální linie. Výsledek je pak oscilován okolo nulové linie. [1] Výsledné hodnoty jsou patrné z grafu (Graf 7). Z tohoto plyne, že tam, kde MACD překříží svoji signální linii, OSMA se nachází na nulové linii.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012 čas 11:30 – 13:37, OSMA - 12,26,9.



Graf 7. Průběh indikátoru OSMA

Obchodní příležitosti:

Při průtnutí nulové osy avizuje změnu trendu, tudíž uzavření stávající a otevření nové pozice.

Výpočet:

$$OSMA = MACD - SIGNAL$$

OSMA je rovno rozdílu hodnoty MACD od hodnoty signální křivky MACD.

Syntaxe:

```
double iOsMA( string symbol, int timeframe, int fast_ema_period,
              int slow_ema_period, int signal_period,
              int applied_price, int shift);
```

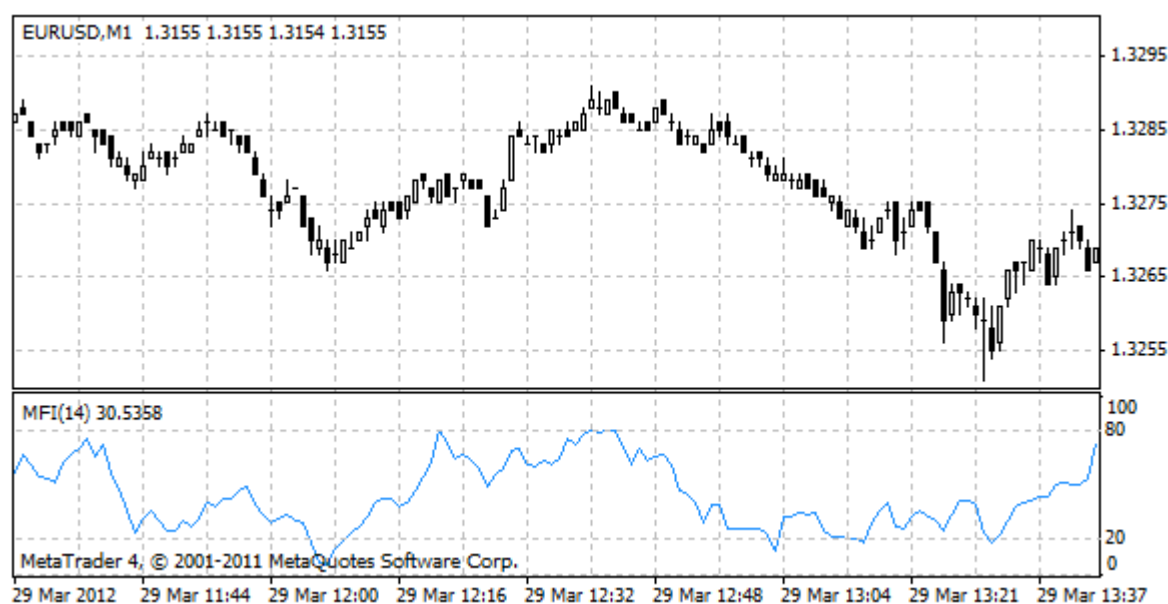
Parametry:

Všechny parametry jsou totožné s parametry MACD v předchozí podkapitole (2.2.2).

2.3 Ostatní indikátory**2.3.1 Money Flow Index**

Money Flow Index (dále MFI) je objemový indikátor, jehož hodnota vyjadřuje poměr mezi množstvím vložených peněz do daného trhu a peněz vybraných za dobu zvolené periody. Je velmi podobný indikátoru RSI, který udává relativní sílu trhu, nicméně v MFI je právě zahrnut i objem obchodů. MFI hodnoty, jak je patrné z grafu (Graf 8). Hodnoty indikátoru MFI se pohybují v rozmezí 0 až 100, přičemž těchto hodnot lze využít podobně jako u oscilátorového indikátoru stochastik k predikci přeprodanosti a překoupenosti. Pokud MFI vykazuje hodnotu nad 80, je předpokládán stav překoupenosti s příležitostí k otevření pozice prodej. Dosahuje-li hodnot pod 20, je indikován stav přeprodanosti a je vyzýváno k otevření pozice nákup. Druhé časté použití je v nalezení divergence mezi cenou a indikátorem, což značí případnou změnu trendu.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, MFI - 14



Graf 8. Průběh indikátoru MFI

Obchodní příležitosti:

- Při překročení hranice 80 predikce prodeje, při překročení hranice 20 predikce nákupu.
- Druhý způsob využití spočívá v divergenci vývoje indikátoru a ceny. Pokud cena roste a MFI klesá, znamená to změnu trendu.

Výpočet: [1]

$$TP = (HIGH + LOW + CLOSE)/3,$$

TP – Typical price (typická cena) je spočtena jako nejvyšší, nejnižší a uzavírací cena svíce lomeno třemi,

$$MF = TP * VOLUME,$$

MF – Money Flow (peněžní tok) je násobek typické ceny a objemu.

Pokud je předchozí TP nižší než aktuální TP, je MF považován za pozitivní – Positive Money Flow. V opačném případě za negativní – Negative Money Flow.

$$MR = Positive Money Flow / Negative Money Flow,$$

MR – Money Ration (peněžní poměr) je poměr mezi pozitivním a negativním finančním tokem,

$$MFI = 100 - (100 / (1 + MR)).$$

Syntaxe:

```
double iMFI( string symbol, int timeframe, int period, int shift );
```

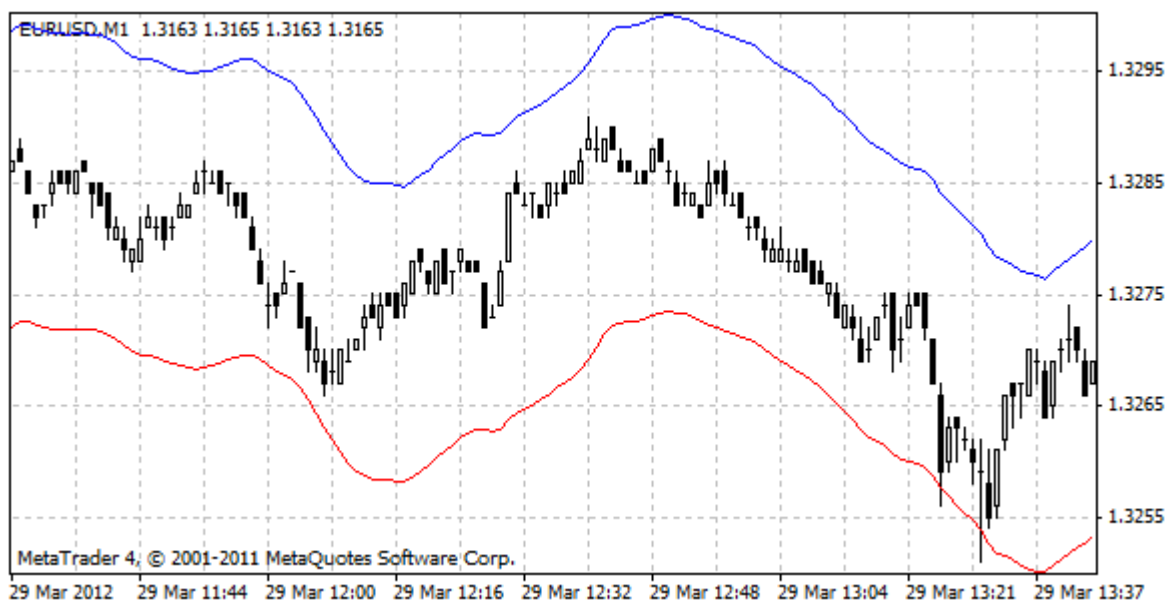
Parametry:

Všechny parametry jsou popsány v předchozích podkapitolách.

2.3.2 Envelopes

Indikátor Envelopes lze zařadit do oscilátorových indikátorů, ale i do indikátorů volatility, proto je zvolen pro tuto práci jako zástupce kategorie indikátorů volatility. Je založen na teorii, že trh má určitou volatilitu, která je občas překročena horlivými obchodníky. Trh se dostává extrémů, z kterých se s vysokou pravděpodobností navrátí. Envelopes (Graf 9) je složen ze dvou klouzavých průměrů, přičemž jeden je posunut nad aktuální cenu trhu a druhý pod cenu trhu. Rozpětí mezi těmito klouzavými průměry tvoří právě aktuální volatilita trhu. Tímto vzniká pásmo, kde je předpokládán rozptyl cen na trhu. Pokud je překročeno, dojde pravděpodobně k navrácení cen na trhu zpět do pásma mezi klouzavé průměry Envelopes. Z tohoto důvodu dostal indikátor název Envelopes, což v překladu značí obálky. Jedná se totiž o obálku, která určuje, kde je stabilizovaný trh. Znamená to tedy, že pokud je klouzavý průměr posunut nad cenu trhu, je to signál k prodeji. Je-li klouzavý průměr posunut pod cenu trhu, je to signál nákupu. [1] Rozmezí (velikost obálky) je doporučováno nastavovat tak, aby se 90% hodnot ceny trhu nacházelo uvnitř obálky.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012, čas 11:30 – 13:37, Envelopes - 14, 0, Simple, Close, 0.1.



Graf 9. Průběh indikátoru Envelopes

Obchodní příležitosti:

Překřížení ceny na trhu s modrou křivkou znamená signál k prodeji, překřížení červené křivky je signál k nákupu.

Výpočet: [1]

$$\text{Horní pásmo} = \text{SMA}(\text{CLOSE}, N) * [1 + K/1000],$$

$$\text{Spodní pásmo} = \text{SMA}(\text{CLOSE}, N) * [1 - K/1000],$$

N — délka období SMA,

K/1000 — hodnota posunu od průměru.

Syntaxe:

```
double iEnvelopes( string symbol, int timeframe, int ma_period,
                  int ma_method, int ma_shift, int applied_price,
                  double deviation, int mode, int shift );
```

Parametry:

Parametry **symbol**, **timeframe**, **ma_period**, **ma_method**, **ma_shift**, **applied_price**, **shift** jsou popsány v předchozích podkapitolách.

deviation – v procentech udávaná deviace od hlavní linie,

mode – mód, který má být vybrán jako výstupní. Výběr pásma (křivky):

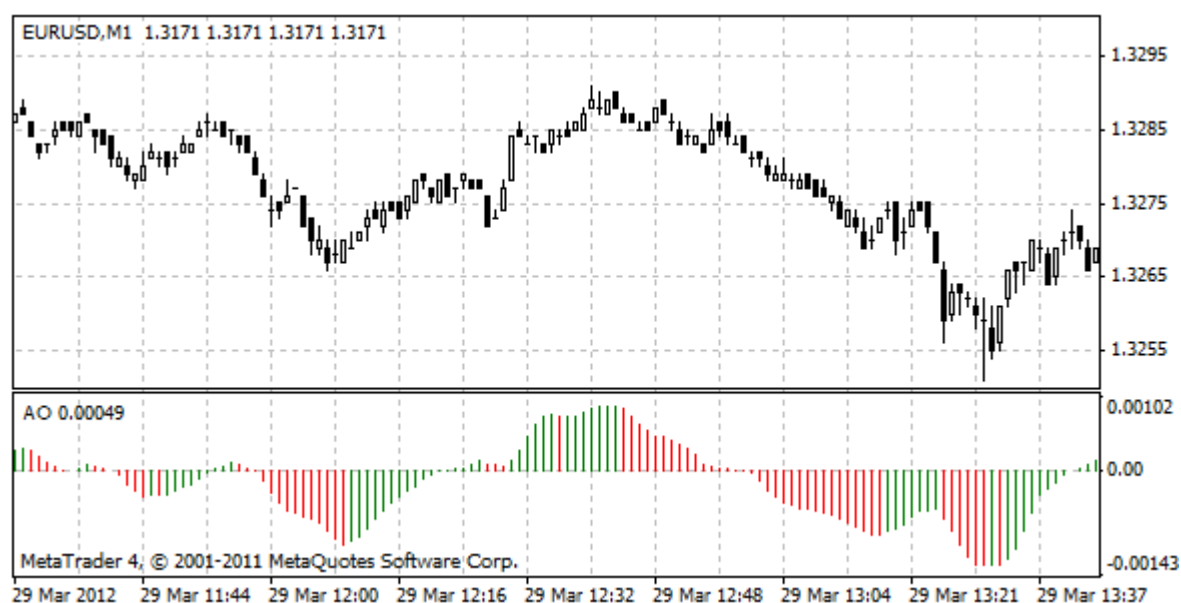
- **MODE_UPPER** (1) vyšší pásmo, vrchní křivka (modrá),
- **MODE_LOWER** (2) nižší pásmo, spodní křivka (červená).

2.3.3 Awesome Oscillator

Awesome je oscilátorový indikátor, který vytvořil Bill Williams, což je tak velká ikona obchodního byznysu, že jeho indikátory jsou ve většině platformách pro AOS pod samostatnou složkou s názvem Bill Williams. Awesome je tvořen sloupci o červené a zelené barvě. Rozhoduje zde výše sloupce a směr – nad či pod nulovou osou. Je-li hodnota aktuálního sloupce nižší, než hodnota předchozího sloupce pod nulovou osou a

je zbarven do zelena, indikuje nákup. Je-li hodnota (výška) aktuálního sloupce nad nulovou osou nižší, než hodnota předchozího sloupce a je zbarvena červeně, je signalizován prodej. Nicméně platí ještě jedna podmínka, která do jisté míry odstraňuje chybně predikované otevření pozice. Pokud jsou hodnoty sloupce záporné, smí být predikován pouze nákup a pokud jsou hodnoty kladné (nad nulovou osou), smí být predikován pouze prodej. Awesome při spuštění nemá žádné dodatečné externí nastavení – nelze změnit žádný parametr indikátoru.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 29.3.2012 čas 11:30 – 13:37



Graf 10. Průběh indikátoru Awesome

Obchodní příležitosti:

Nachází-li se hodnota pod nulou a sloupec je zelený, je predikován nákup. Nachází-li se hodnota nad nulou a sloupec je červený, je predikován prodej.

Výpočet: [1]

$$MEDIAN\ PRICE = (HIGH + LOW) / 2$$

$$AO = SMA(MEDIAN\ PRICE, 5) - SMA(MEDIAN\ PRICE, 34)$$

Jak plyne z výpočtu, hodnota Awesome je rozdíl dvou SMA, které jsou vypočteny z časového rámce (délky období) 5 a 34. V SMA je použit průměr nejvyšší a nejnižší ceny v daném časovém období grafu.

Syntaxe:

```
double iAO( string symbol, int timeframe, int shift );
```

Parametry:

Všechny parametry jsou popsány v předchozích podkapitolách.

2.3.4 Virtuální indikátor času

Čas v MQL4 obvykle není třeba implementovat v podobě indikátoru, jelikož jeho hodnoty není třeba nijak přepočítávat a porovnávat. Obvykle postačí použít funkci TimeCurrent() pro získání aktuálního serverového času. Nicméně autorem je časová důležitost vůči změnám na trhu považována za natolik důležitá, že se jeví vhodné si takovýto virtuální indikátor vytvořit. Tím je získána možnost využít modulem standardně přidané vlastnosti k běžným indikátorům. Čas tímto dostane podstatně vyšší možnosti zakomponování do modulu, než při použití běžné funkce TimeCurrent().

Hodnota času má největší vliv na volatilitu a objem obchodů a to v závislosti na počtu a velikosti otevřených burzovních stanic. Obchodování probíhá od pondělí do pátku 24 hodin. V sobotu a neděli jsou všechny burzy uzavřeny. Jak je patrné z obrázku (Obr. 1) trh je sice aktivní celý den, ale dle místa obchodování jsou vykazovány další specifické rysy. Např. londýnská obchodní seance vykazuje největší pohyby v měnových párech. Dále je možné si všimnout časů 1-8, 9-10 a 14-18 hodin, kdy jsou otevřeny dvě obchodní seance souběžně, z čehož plyne větší objem obchodů v těchto časech a tudíž i mírné navýšení volatility. AE pak může optimálně běžet pouze v určitých časech, proto je vhodné tento virtuální indikátor zavést. Vedle těchto skutečností je zajímavý fakt, že různé dny v týdnu mají různou obchodní aktivitu. Statisticky je však zjištěno, že nejnepříhodnější dny pro obchodování jsou úterý a středa, kdy dochází k největším pohybům cen na trhu. [9]



Obr. 1. Obchodní hodiny v SEČ⁹ finančních trhů [8]

⁹ SEČ – Středoevropský čas (Praha)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 MODUL AUTOMATICKÉHO OBCHODOVÁNÍ

Modul je napsán v jazyce MQL4 prostřednictvím textového editoru MetaEditor, který je součástí obchodní platformy MetaTrader 4 Admiral Markets AS. Vytvořen je v režimu EA a využívá indikátory napsané v režimu CI.

V této kapitole je v první podkapitole stručně vysvětlena charakteristika modulu pro získání základní představy o principu funkčnosti. Dále je vysvětleno kompletní nastavení všech externích parametrů modulu. Uživatel je seznámen s významem jednotlivých parametrů a vlastností a je u něj vytvořen předpoklad pro pochopení algoritmů modulu. Po té je uživatel seznámen s algoritmy modulu a výstupy z modulu. Následně jsou detailně vysvětleny implementované algoritmy jednotlivých indikátorů, s kterými modul pracuje.

V této a dalších kapitolách jsou názvy vlastností z důvodů přehlednosti a srozumitelnosti značeny lomeným písmem.

3.1 Charakteristika modulu

Modul vyhodnocuje na základě uživatelem aktivovaných a nastavených indikátorů celkový vývoj trhu. Tato celková predikce s přihlédnutím k nastaveným vlastnostem AOS tvoří podnět k zadávání obchodních transakcí. Vyhodnocení je provedeno pokaždé, změní-li se cena na trhu, v němž je modul nasazen.

Vlastnosti AOS jsou uživatelem zadávány po spuštění modulu a tyto parametry přímo ovlivňují zadání obchodního pokynu. Jedná se například o parametry stop zisku, stop ztráty, minimální zisk při uzavření transakce se ziskem.

Vyhodnocení každého jednotlivého indikátoru probíhá samostatně jiným algoritmem. Výstupy těchto algoritmů nabývají pouze šesti možných predikujících stavů, dále jen stavů. Například: cena stoupá, cena klesá, zákaz transakcí aj. Tím je modulu umožněno jednotné celkové stanovení souladu predikce vývoje trhu z predikcí jednotlivých indikátorů.

Soulad je však vytvářen pro každou vlastnost indikátoru zvlášť, čímž je umožněno nastavením jednotlivých indikátorů různé ovlivnění celkové AOS. Například z aktivních indikátorů 1,2,3,4 indikátory 1 a 3 spolurozhodují o typu otevřené transakce (mají

aktivní vlastnost *rozhoduje o otevření*), indikátor 2 zadává příkazy typu uzavření pozice a indikátory 1,3,4 zadávají pokyn k otevření pozice.

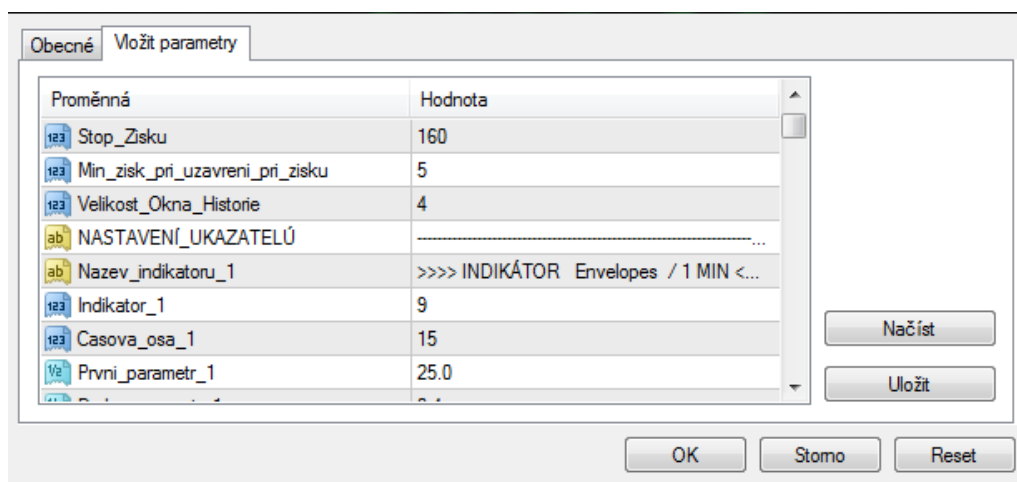
O výstupech algoritmů jednotlivých indikátorů modul informuje uživatele pomocí aktualizace textových zpráv v tabulkách zobrazených přímo v daném grafu trhu.

Na základě jednotné predikce jsou modulem vydávány obchodní příkazy. Čas, podnět, k transakci, typ transakce a ostatní důležité informace jsou pak zobrazeny v levé části aktuálního grafu. V ostrém režimu jsou tyto informace zasílány navíc formou alarmů a zpráv.

Tímto je umožněno uživateli zautomatizovat svoji obchodní strategii pomocí implementovaných indikátorů v modulu a to tím způsobem, že zvolí, které indikátory (a v jakém množství) hodlá využít. Nastaví indikátorům příslušné parametry a vlastnosti a modul již obchoduje samostatně. Přitom zobrazuje uživateli informace o tom co, proč a jaké transakce otevírá a uzavírá.

3.2 Vstupní parametry modulu

Všechny informace, které jsou třeba pro běh modulu jsou nastaveny uživatelem formou nastavení externích parametrů a to jak při reálném nastavení, tak při testování a optimalizaci. Vždy je pouze zapotřebí přepnutí do režimu vkládání externích parametrů pomocí záložky vložit parametry.



Obr. 2. Nastavení parametrů AOS

Je-li použit AOS pro on-line obchodování, okno pro vložení parametrů vypadá tak, jak je znázorněno na obrázku (Obr. 1).

V AOS pro on-line obchodování je před názvem externí proměnné graficky znázorněn i její typ. Při testování a optimalizaci, kde se uživatel nachází obvykle mnohem častěji, již typ proměnné není zobrazen. Z toho důvodu je popsán dále v popisu nastavení parametrů modulu. Dále jsou na obrázcích uvedena okna pro vložení externích parametrů taková, jaká se zobrazí při testování a optimalizaci modulu. To znamená, že v nich není uveden symbol typu proměnné, ale jsou přidány sloupce pro optimalizaci, kde je znázorněn rozsah autorem doporučených hodnot pro optimalizaci.

Celé nastavení modulu se skládá ze 165 řádků, při využití maximální kombinace 10 indikátorů. Pro minimální využití jednoho indikátoru postačí nastavení 15 parametrů. Pro online obchodování je důležitý pouze první sloupec hodnot s názvem Hodnota, ostatní sloupce pod názvy Start, Krok a Stop jsou využité pro optimalizaci. Nastavitelné parametry lze rozdělit na:

- Nastavení vlastností AOS.
- Výběr a nastavení parametrů indikátorům.
- Nastavení vlastností jednotlivým indikátorům.

Podrobněji jsou popsány výše uvedené možnosti nastavení v následujících kapitolách.

3.2.1 Nastavení vlastností AOS

Na následujícím obrázku (Obr. 3) jsou zobrazeny parametry, které je nutné nastavit pro požadovaný běh obchodní strategie.

Proměnná	Hodnota	Start	Krok	Stop	
<input type="checkbox"/> Objem	1	0.01	0.1	1	
<input type="checkbox"/> Stop_Ztraty	50	5	5	200	
<input type="checkbox"/> Stop_Zisku	30	5	5	200	
<input type="checkbox"/> Min_zisk_pri_uzavreni_pri_z...	5	5	5	100	
<input type="checkbox"/> Velikost_Okna_Historie	4	2	1	8	

Obr. 3. Nastavení vlastností AOS

Názvy externích hodnot jsou kvůli syntaxi MQL4 implementovány bez diakritiky s podtržítky. Při následném popisu jsou nahrazeny mezerou a diakritikou pro zvýšení výstižnosti a přehlednosti. Jedná se o parametry:

Objem – velikost nákupní jednotky (v MQL4 známý jako lot), velikost kontraktu. Čím vyšší, tím vyšší zisk nebo ztráta při pohybu trhu o jeden pip.

- Rozsah hodnot: [lot]
 - Fyzicky: double
 - Reálně je omezen obchodním serverem (zda je obchodováno v lotech či mini nebo mikrolotech). Obvyklé hodnoty jsou 0.01 až 1 lot.

Stop ztráty – nejvyšší možná hranice ztráty, na které bude příkaz uzavřen (v MQL4 známý jako stoploss).

- Rozsah hodnot: [pip]
 - Fyzicky - integer
 - Reálně – minimum dle velikosti spreadu¹⁰ obchodního serveru a obchodovaného trhu. Maximum je z velké části ovlivněno použitou časovou osou (zamýšlenou časovou délkou transakce). Obvyklé hodnoty 5 až 200 pipů.

Stop zisku – po dosažení této hodnoty zisku udávaných v pipech se transakce, která tento zisk vytvořila, uzavře. (v MQL4 takeprofit)

- Rozsah hodnot: [pip]
 - Fyzicky - integer
 - Reálně – minimum je opět závislé na spreadu obchodního serveru a obchodovaného trhu. Maximum neomezeně. Obvyklé hodnoty 5 až 200 pipů.

¹⁰ Spread - rozdíl mezi prodejní a nákupní cenou pro obchodníka, též marže brokera. Udávaná v pipech. Pro každý trh jiná a značně se liší i dle výběru brokera.

Min. zisk při uzavření při zisku – vlastnost, jejíž hodnota je porovnávána, pokud indikátor má aktivní vlastnost *umí uzavírat při zisku*. Znamená to tedy, že indikátor má nastavenou vlastnost *umí uzavírat při zisku* na hodnotu true (aktivní) a alespoň jeden z indikátorů, který spolurozhoduje o uzavření příkazu má aktivní vlastnost *rozhoduje o uzavření*. Dojde k porovnání, zda je již vytvořen zisk o minimální hodnotě stanovené právě touto vlastností *Min. zisk při uzavření při zisku* a pokud ano, dojde k uzavření transakce, v opačném případě nedojde k uzavření transakce.

- Rozsah hodnot: [pip]
 - Fyzicky: integer
 - Reálně: Platí stejné omezení, které platí pro *Stop zisku*.

Velikost okna historie – udává počet řádků virtuálního informativního okna zobrazeného v levé vrchní části grafu. Okno informuje uživatele o podnětech k transakcím, stavech indikátorů a o aktuálním zisku (v pipech).

- Rozsah hodnot: [řádky]
 - Fyzicky: integer
 - Reálně: 0 až 20 dle výšky grafu. Je třeba mít na paměti, že příliš velké okno historie (100 řádků) značně zatěžuje procesor. To se u testování nepřehlédnutelně projeví. Zatímco testování strategie s velikostí okna 0 trvalo na testovaném procesoru (Intel Pentium Dual cpu T2370 2x1.73 GHz) 3.9 sec., s oknem historie 20 se délka testování protáhla na 9.6 sec. Při optimalizaci se toto zpomalení ještě zmnohonásobí. Obvyklé hodnoty jsou 2 až 8 řádků. Dále je třeba mít na paměti, že pod oknem historie jsou zobrazovány stavy indikátorů, které při nastavení vysoké velikosti okna budou skryty.

3.2.2 Výběr a nastavení parametrů indikátorů

Hned za nastavením vlastností AOS v externích parametrech modulu (viz. předchozí podkapitola) se nachází nastavení indikátorů, jejichž nastavení obsahuje i samotný výběr daného indikátoru. Pro přehlednost je vše znázorněno na obrázku (Obr. 4).

Proměnná	Hodnota	Start	Krok	Stop
<input type="checkbox"/> NASTAVENÍ_INDIKÁTORŮ			
<input type="checkbox"/> Nazev_indikatoru_1	>>>> INDIKÁTOR STOCHASTIK / 15 MIN <<<<			
<input type="checkbox"/> Indikator_1	4	9	1	14
<input type="checkbox"/> Casova_osa_1	15	15	1	20
<input type="checkbox"/> Prvni_parametr_1	5	25	1	30
<input type="checkbox"/> Druhý_parametr_1	3	1	1	10
<input type="checkbox"/> Treti_parametr_1	3	0	0	0
<input type="checkbox"/> Ctvrtý_parametr_1	15	0	0	0
<input type="checkbox"/> Patý_parametr_1	25	0	0	0
<input type="checkbox"/> Šestý_parametr_1	70	0	0	0
<input type="checkbox"/> Sedmý_parametr_1	15	0	0	0

Obr. 4. Výběr a nastavení parametrů indikátorů

Jednotlivé parametry nesou tento význam:

NASTAVENÍ INDIKÁTORŮ – externí proměnná typu string nesoucí pouze informativní charakter pro uživatele, odděluje sekci nastavení vlastností AOS a sekci nastavení indikátorů.

Název Indikátoru – externí proměnná typu string, jejíž název je použit při zobrazení vnitřních aktuálních stavů jednotlivých indikátorů. Max. délka řetězce – 255 znaků.

Indikátor – Jedinečný identifikátor indikátoru. Hodnota přiřazená indikátoru je patrna z tabulky v příloze I (Příloha P I: Tabulka významu externích parametrů indikátorů). Hodnota je typu integer.

Časová osa – Hodnota timeframe neboli jaký časový rámec má být užit. Též časová osa aktuálního grafu, jinak řečeno z jakých časových hodnot jsou hodnoty indikátoru vypočítávány. Může být užit i jiná časová osa, než ve které je modul spuštěn, testován nebo optimalizován. Například v zobrazení na minutovém grafu pro určení dlouhodobého trendu může být užit indikátor s daleko vyšší časovou osou (D1,W1,MN). Přitom budou modulem zobrazeny vnitřní hodnoty indikátorů v minutovém grafu. Hodnoty, kterých může nabývat tento parametr, jsou znázorněny v tabulce (Tab. 1).

Časové osy v MetaTraderu		
Hodnota externí proměnné	Název časové osy v MetaTraderu	Název grafu
1, 5, 15, 30	M1, M5, M15, M30..	Minutový
60	H1	Hodinový
240	H4	Čtyřhodinový
1440	D1	Denní
10080	M1	Týdení
43200	MN	Měsíční

Tab. 1. Časové osy v MetaTraderu

První parametr až sedmý parametr – nastavení externích parametrů implementovaných indikátorů. Každý indikátor potřebuje ke své funkci nastavit různý počet externích parametrů. U každého indikátoru parametr plní jinou funkčnost. Shrnutí funkčnosti jednotlivých externích parametrů indikátorů je uvedeno v příloze (Příloha I) a podrobněji popsáno v kapitole 3.6.

3.2.3 Nastavení vlastností jednotlivým indikátorům

Po nastavení parametrů indikátoru, jak je patrné z obrázku (Obr. 5), je třeba provést nastavení vlastností jednotlivým indikátorům. Každý indikátor může mít kromě libovolné kombinace aktivních vlastností, maximální počet aktivních vlastností šest a minimální 0. Vlastnosti nabývají pouze hodnot true a false.

Proměnná	Hodnota	Start	Krok	Stop
<input type="checkbox"/> Vlastnosti_Indikatoru_1	----- Vlastnosti -----			
<input type="checkbox"/> Aktivni_1	false			
<input type="checkbox"/> Rozhoduje_o_otevreni_1	false			
<input type="checkbox"/> Umi_otevirat_prikazy_1	false			
<input type="checkbox"/> Rozhoduje_o_uzavreni_1	false			
<input type="checkbox"/> Umi_zavirat_prikazy_1	false			
<input type="checkbox"/> Umi_zavirat_pri_zisku_1	false			

Obr. 5. Nastavení vlastností jednotlivým indikátorům

Hodnota true značí „vlastnost přiřazena“ neboli toto daný indikátor umí a hodnota false značí vlastnost není přiřazena, toto daný indikátor neumí. Tento systém přidělovaných vlastností umožňuje určit, které indikátory spolurozhodují o otevření transakce, které indikátory při překlopení stavu smí uzavřít příkaz, které indikátory mají právo otevřít příkaz apod. Následuje objasnění významu jednotlivých vlastností:

Vlastnost indikátoru – toto pole nese pouze informativní charakter pro uživatele z důvodu přehlednosti, nejedná se o vlastnost. Odděluje v tabulce nastavení parametrů jednotlivým indikátorům.

Aktivní – slouží k aktivaci a deaktivaci indikátoru. Pokud je zadána hodnota false, indikátor a všechny jeho další vlastnosti nejsou modulem uvažovány. Tato vlastnost umožňuje uložení nastavení všech externích parametrů indikátoru a provedení pouze jeho deaktivace, namísto smazání celého nastavení indikátoru. Mohou tedy být aktivní např.: pouze indikátor 3,5 a 9, přičemž nastaveny parametry a vlastnosti může mít všech deset indikátorů. Pouhým nastavením vlastnosti *aktivní* na hodnotu true u dalších dvou indikátorů je vytvořena strategie o kombinaci 5 indikátorů.

Rozhoduje o otevření – tato vlastnost přiřazuje indikátoru právo spolurozhodovat o otevření pozice na trhu. V rámci spolurozhodnutí se musí všechny indikátory shodnout na směru predikce vývoje trhu. Jinými slovy zařadí indikátory k pomyslnému stolu, u kterého každý indikátor (s touto aktivní vlastností) hlasuje, zda otevřít příkaz. Všechny indikátory musí hlasovat pro stejný směr vývoje trhu.

Umí otevírat příkazy – vlastnost umožní při překlopení stavu indikátoru zadat pokyn k otevření pozice na trhu, pokud ovšem všechny indikátory s aktivní vlastností *rozhoduje o otevření* indikují stejný trend (stoupající, klesající). Otevření pozice je možné pouze při změně predikce, jelikož je požadováno otevírat pozice, pokud dochází k přelomu ve vývoji ceny na trhu, nikoliv v půli či ke konci trendu. Za změnu predikce je považována změna stavu indikátoru z jakékoliv předchozího stavu do jiného aktuálního stavu, který není roven stavům *x zákaz x*, *^^^^^^* nebo *~~~~~*.

Rozhoduje o uzavření – vlastnost jenž vykazuje stejnou funkčnost jako již popsaná vlastnost *rozhoduje o otevření*, s tím rozdílem, že se je třeba souladu indikátorů k uzavření pozice.

Umí zavírat příkazy – vlastnost umožní při překlopení indikátoru do stavu nežádoucího směru oproti otevřené pozici tuto uzavřít. K uzavření dojde, pouze pokud všechny indikátory s vlastností *rozhoduje o uzavření* budou vykazovat predikci nežádoucího směru (čímž je zároveň splněna podmínka, že všechny indikátory predikují stejný trend).

Umí zavírat při zisku – tato vlastnost umožní přiřadit indikátoru právo uzavřít transakci pouze při vytvořeném kladném zisku. Tato vlastnost byla přidána na základě zjištění, že indikátor při občasných oscilacích okolo mezní hodnoty, vypočtené pro uzavření příkazu, může během jednoho časového rámce (např.: jedné minuty) nabýt střídavě několikrát opačných hodnot. To způsobí otevření a uzavření obvykle velmi krátkých transakcí a následném prodělků vzniklým poplatkem za transakce. Funkcionalita této vlastnosti spočívá v tom, že překlopí-li se indikátor do nežádoucího stavu, má právo uzavřít transakci pouze pokud je již vytvořen zisk. Ten musí být vyšší než hodnota nastavená vlastností AOS - *Min. zisk při uzavření při zisku*. Tímto však vyvstává problém uzavření transakce při ztrátě, který pak řeší vlastnost modulu nazvaná *Stop ztráty*. K uzavření pozice je třeba soulad všech indikátorů majících aktivní vlastnost *rozhoduje o uzavření*.

Následuje zadání parametrů druhého a dalších indikátorů, přičemž je možné využít libovolný počet indikátorů a to s různým pořadím. Například lze užít pouze indikátory s indexem 1 a 5. U ostatních mohou být nastaveny parametry a vlastnosti, ale postačí jim nastavení vlastnosti *aktivní* na hodnotu false – deaktivace a modulem budou při následném spuštění vyhodnocovány pouze indikátory s indexem 1 a 5.

3.3 Algoritmus výpočtu predikujících stavů jednotlivých indikátorů

Při tvorbě algoritmu indikátorů je vycházeno z předpokladu, že k dostatečnému informování uživatele o vnitřních (vypočtených, virtuálních) stavech indikátoru a k vyjádření logiky souladu indikátorů je zapotřebí pouze šesti stavů, které lze rozdělit dle významu:

Stavy predikující směr trhu

Stavy, které ve vnitřním algoritmu jsou rozhodující pro zadání obchodního příkazu, jsou pojmenovány následujícím způsobem.

- Stoupá – sděluje uživateli, že daný indikátor vykazuje nárůst ceny na trhu (cena bude stoupat) a jsou splněny všechny dodatečné podmínky (uživatelé specifikované podmínky pomocí externích parametrů indikátoru). Tento stav zadává podnět k otevření pozice nákup a je zahrnut do algoritmu celkového souladu indikátorů.
- Klesá – sděluje uživateli, že predikce daného indikátoru vykazuje sestup ceny daného trhu (cena bude klesat) a jsou splněny všechny dodatečné podmínky. Tento stav zadává podnět k otevření pozice prodej a je zahrnut do celkového souladu indikátorů.
- ~~~~~~ – (šipky dolů) sdělují uživateli, že je indikátorem predikován pokles ceny, ale s neurčitostí. Tento stav je zobrazován, pokud nebyly splněny dodatečné podmínky. Stav slouží pro stanovení souladu indikátorů, nicméně není podnětem pro vlastní aktivitu v zadávání příkazů tímto indikátorem. Pokud má indikátor aktivní vlastnost *umí otevírat příkazy*, při dosažení tohoto stavu nebude zadán pokyn k prodeji. Při aktivní vlastnosti (soulad indikátorů) *rozhoduje o otevření* tento stav zabrání ostatním spolurozhodujícím indikátorům predikujícím opačný směr trhu (nákup) zadat příkaz k nákupu.
- ^^^^^^ - (šipky vzhůru) ukazují vzestupný směr ceny na trhu, ale s určitou neurčitostí, která je dána nesplněním všech podmínek. Opět tento stav nepodněcuje vlastní aktivitu indikátoru v zadávání příkazů, ale je zahrnut do algoritmu pro výpočet souladu indikátorů.

Stavy povolující a zakazující

Stavy jsou pojmenovány tímto způsobem a vykazují tyto rysy:

- x zákaz x – tento stav indikátoru říká, že indikátor vyhodnocuje nevhodnost vývoje ceny k zadávání obchodních příkazů. Stav podněcuje k vlastní aktivitě zadávání transakcí indikátorem a je zahrnut do výpočtu souladu indikátorů.

- povoleno – indikátor vyhodnocuje vhodnost vývoje ceny na trhu k zadávání obchodních příkazů. Stav podněcuje k vlastní aktivitě zadávání transakcí indikátorem a je zahrnut do výpočtu souladu indikátorů.

Tyto stavy jsou užity například pro indikátory volatility, kde výpočtem vnitřního stavu indikátoru může být detekovaná vhodnost zadání příkazu (povoleno) při vysoké volatilitě a nevhodnost (x zákaz x) při nízké volatilitě.

Vyhodnocení stavu predikce indikátoru je odlišné dle konkrétního indikátoru. Predikci lze však rozdělit do několika skupin, přičemž vzájemné kombinace skupin nejsou výjimkou:

- **Predikce založená na změnách ceny v předchozích časových rámcích** – tato je vypočtena jako rozdíl mezi aktuální hodnotou indikátoru a předchozí hodnotou indikátoru. Je-li předchozí hodnota indikátoru nižší, než aktuální je vyhodnocen stav *stoupá* a naopak.
- **Predikce založená na dosažení hodnoty** – je založená na změnách v předchozích časových rámcích a po té je zjištěno, zda se hodnota indikátoru nachází v určitém intervalu zadaném externími parametry indikátoru. Při dosažení zmíněného pásma jsou indikovány stavy *stoupá*, *klesá* nebo *povoleno*, při hodnotách indikátoru mimo dané pásmo jsou indikovány stavy *~~~~~*, *^^^^^* nebo *x zákaz x*.
- **Predikce s využitím záchytného bodu** - je založená na změnách v předchozích časových rámcích a po té je zjištěno, zda se v určitém počtu předchozích hodnot indikátoru nachází určitá hodnota či tato hodnota spadá do daného pásma hodnot.

Stav indikátoru je počten obvykle dvakrát, kvůli zjištění, zda došlo ke změně směru predikce indikátoru (porovnání předchozí predikce a aktuální predikce indikátoru). Pokud došlo ke změně predikce indikátoru (k překlopení indikátoru), může být zadán obchodní příkaz. U některých indikátorů však předchozí směr trendu není důležitý, pak je obvykle pole užito pro vyjádření číselné hodnoty indikátoru.

3.4 Algoritmus výpočtu souladu indikátorů

Algoritmem souladu indikátorů je hodnoceno, zda predikce jednotlivých indikátorů je shodná či v rozporu. Jinak řečeno hodnotí, zda směr vývoje ceny na trhu je shodně vyhodnocen všemi indikátory (selektovanými dle aktivních vlastností).

Tento algoritmus dosahuje třech možných výstupních stavů, které jsou pojmenované a vysvětlené zde:

- Stoupá – je vyhodnoceno, že dané indikátory predikují shodný směr trhu a to vzrůstající.
- Klesá – je vyhodnoceno, že dané indikátory predikují shodný směr trhu a to klesající.
- V nesouladu – minimálně jeden indikátor predikuje opačný směr vývoje ceny trhu, než ostatní.

Výpočet algoritmu spočívá v těchto krocích:

- Výběr aktivních indikátorů s určitou aktivní vlastností (např.: výběr indikátorů, které mají uživatelem nastavenou aktivní vlastnost *umí otevírat příkazy*).
- Zjištění zda indikátory vyhodnocují stejný směr trhu. Což značí, že všechny vypočtené stavy indikátorů musí mít pro uskutečnění nákupu hodnoty *stoupá* nebo *^^^^^^* nebo *povoleno*. Nesmí mít žádný z indikátorů hodnotu *klesá* nebo *~~~~~* nebo *x zákaz x*.

Tento soulad je vytvářen pro každou vlastnost indikátorů (vlastnosti jsou popsány v kapitole 3.2.3) zvlášť a dle typu vlastnosti je po té proveden příslušný pokyn.

3.5 Výstupy modulu

Kromě výstupů v podobě zadávaných obchodních příkazů, které jsou prováděny pomocí obchodních funkcí, modul provádí ve formě textového výstupu informování uživatele o důležitých událostech zpravidla tvořících podněty k transakcím. Tyto informace jsou

průběžně aktualizovány vždy se změnou ceny na daném trhu. Jak je patrné z grafu (Graf 11) informace zobrazené uživateli jsou rozděleny do třech částí.

Data v grafu: Trh: *EurUsd*, osa x - časová osa: *M1*, osa y – cena na trhu, zobrazené období: 12:08 až 13:26 hodin 23.1.2012.



Graf 11. Textové výstupy modulu

Část 1

Jedná se o část označenu číslicí jedna podbarvenou do šeda, lze ji nazvat okno historie. Počet řádku tohoto okna (výšku okna) lze nastavit ve strategii parametrem pod názvem „velikost okna historie“. Jde o okno, které v sobě zanechává zprávy odeslané modulem pro uživatele. Zprávy jsou řazeny od spodu směrem vzhůru od nejnovější po nejstarší. Každým příchodem nové zprávy jsou předchozí zprávy posunuty o řádek výše a na nejspodnějším řádku je zobrazena nejnovější zpráva. Tyto zprávy v sobě nesou informaci o provedených transakcích. Zprávy mohou být třech typů:

- **Nesoucí informaci o otevření pozice** – tento typ zprávy je zobrazen vždy při otevření jakékoliv pozice. Zpráva je zobrazena ve tvaru:

[*typ pozice*] příkaz byl otevřen : [*aktuální cena při otevření pozice*]

- **Nesoucí informaci o uzavření pozice** – je zobrazeno vždy při uzavření jakékoliv pozice. Zpráva je ve tvaru:

Došlo k uzavření příkazu [*typ pozice*] z důvodu [*indikátoru_stop_zisku / indikátoru_stop_ztráty*] [*číslo indikátoru*] do pozice >>[*stoupá / klesá*]<< Zisk ==>[*zisk*]<==

Vysvětlení:

Všechny znaky nacházející se vně hranatých závorek jsou pevně dané a nesou pouze informativní charakter. Všechny proměnné jsou uvedeny v hranatých závorkách lomeným písmem a jejich význam, (či hodnoty, které mohou nabývat) je vysvětlen následně.

[*typ pozice*] – Udává o jaký typ příkazu se jedná. Možné hodnoty - buy (nákup), sell (prodej).

[*indikátoru_stop_zisku / indikátoru_stop_ztráty*] – udává, zda se jedná o transakci uzavřenou se splněným limitem zisku či ne. V případě uzavření pozice indikátorem, který má aktivní vlastnost *umí zavítat při zisku* je zobrazen řetězec „Indikátoru_Stop_Zisku“. V případě ztráty či nedostatečného vytvořeného zisku (zadaný pomocí vlastností AOS – vlastnost *minimální zisk při uzavření při zisku*) či absence aktivity alespoň jednoho indikátoru s aktivní vlastností *umí zavítat při zisku*, je zobrazen řetězec „Indikátoru_Stop_Ztráty“.

[*číslo indikátoru*] – udává pořadí indikátoru definované ve vstupních hodnotách externích parametrů (indikátory jsou zde pojmenovány indikátor_1 až indikátor_10). Nejedná se o identifikační číslo indikátoru.

[*stoupá / klesá*] – nový trend, který indikátor detekuje a na základě něhož byla otevřená transakce uzavřena.

[*zisk*] – v případě dosaženého kladného zisku, je zobrazen zisk v pipech.

- **Nesoucí informace o nastavení** – tyto zprávy jsou zobrazeny ihned po spuštění modulu a nastavení externích parametrů. Ve zprávách jsou souhrnně uvedeny

vlastnosti a výčet indikátorů, které mají tuto vlastnost aktivní. Tato kontrola slouží pro ověření, zda jsou správně nastaveny vlastnosti indikátorů.

Část 2

Tato část slouží k informování uživatele o vypočtených stavech predikce indikátoru dle implementovaného algoritmu příslušného k určitému indikátoru. Jinak řečeno, je zde zobrazena predikce vybraného indikátoru.

Tato část je rozdělena na pomyslnou tabulku, jejíž hranice buněk (sloupců) jsou demonstrovány znakem „|“ a jak je patrné z grafu (Graf 11), jsou k dispozici tři sloupce. První sloupec s nadpisem „č. indik.“ obsahuje čísla indikátorů, tak jak jsou indexovány v tabulce externích vstupních parametrů modulu (indikator_1 až indikator_10). Druhý sloupec obsahuje predikci o jeden časový rámec zpožděnou oproti aktuální predikci indikátoru. Neboli predikci indikátoru v čase $t - 1$. U některých indikátorů, kde předchozí predikce není uvažována (není uvažováno překlopení stavu indikátoru), může předchozí stav značit číselnou hodnotu indikátoru či jiný pomocný údaj. V třetím sloupci je vždy znázorněn aktuální stav daného indikátoru.

Část 3

V této části, která je zobrazena pouze při otevřené pozici je zobrazen aktuální profit v pipech , (kladný – zisk, záporný – ztráta) vztažený k otevřené pozici.

3.6 Algoritmus a parametry implementovaných indikátorů

Při implementaci indikátorů do modulu bylo třeba zvolit vhodný poměr mezi znemožněním nastavení méně důležitých parametrů na úkor přehlednosti a srozumitelnosti vkládání vstupních parametrů. Proto byl maximální možný počet nastavitelných parametrů jednoho indikátoru nastaven na sedm. Vstupní tabulka externích parametrů modulu dosahuje při možnosti nastavení kombinaci deseti indikátorů přijatelnou velikost – tj. 60 řádků + vlastnosti + záhlaví.

Pro všechny indikátory platí, že pro nastavení parametru časové osy je vycházeno z tabulky časových os MetaTraderu – zobrazeno v příloze (Příloha III).

Souhrnné nastavení parametrů indikátorů je uvedeno v příloze (Příloha I), detailněji s popisem vyhodnocení stavů indikátorů je nastavení parametrů popsáno v následujících podkapitolách.

Pro většinu indikátorů platí podmínka vyhodnocení změny trendu. Ta je rozeznána pomocí výstupní hodnoty modulu zobrazenému uživateli pod názvem „stav předchozí“, což je stav indikátoru v čase $t-1$. Byla-li tedy například predikce v čase $t-1$ (stav předchozí) vyhodnocena stavem *stoupá* a nynější stav trendu (stav aktuální) je vyhodnocen, jako *klesá*, došlo ke změně trendu (dále jen změna predikce trendu udávaná v podmínkách otevření, uzavření pozice).

3.6.1 Moving Average

MA je implementován způsobem, kde je podnětem k uzavření a otevření nové pozice rozdíl hodnoty indikátoru v čase t a čase $t-1$, přičemž je přihlédnuto k tomu, zda došlo ke změně trendu či nikoliv.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 5

První parametr: Délka období (počet časových rámců zahrnutých do výpočtu indikátoru)

Druhý parametr: Posunutí

Podmínka otevření, uzavření pozice:

Pokud došlo ke změně trendu je tento stav vyhodnocen jako podnět k uzavření stávající pozice a otevření pozice v opačném směru.

3.6.2 ADX Trend, ADX Volatilita

ADX indikátor je využit dvěma způsoby, z nichž jeden hodnotí výstupní parametr ADX celkové volatility (dále jen ADX Volatilita) a druhý hodnotí pomocné hodnoty +DI a -DI, z kterých je možné provedení detekce trendu (dále jen ADX Trend).

ADX Trend

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 1

První parametr: Délka období

Podmínka otevření, uzavření pozice:

- Došlo ke změně trendu indikátoru.

ADX Volatilita

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 2

První parametr: Délka období

Druhý parametr: Začátek pásma hodnot volatility, v němž pokud se indikátor nachází, je vyhodnocen stav povolení obchodování.

Třetí parametr: Konec pásma hodnot volatility.

Podmínka otevření, uzavření pozice:

- Dosahuje-li ADX indikátor hodnot volatility stanoveného pásma definovaného parametrem 2 a 3, je vyhodnocen stav povoleno, v opačném případě je zakázáno obchodování.
- Došlo ke změně trendu indikátoru.

3.6.3 Parabolic SAR

Implementace spočívá v rozdílu hodnot indikátoru SAR a aktuální zavírací cenou trhu.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 3

První parametr: Krok (vysvětleno v podkapitole 2.1.3).

Druhý parametr: Maximální krok (vysvětleno v podkapitole 2.1.3).

Podmínka otevření transakce a uzavření pozice:

- Nachází-li se hodnota SAR nad zavírací cenou – zelené šipky v grafu jsou nad aktuální cenou na trhu, je predikován prodej a naopak.
- Došlo ke změně predikce indikátoru.

3.6.4 Stochastik Oscilátor

Implementace Stochastik Oscilátoru spočívá v nalezení pásem přeprodanosti a překoupenosti definovaných uživatelem. Pro otevření pozice je přidána další podmínka spočívající v nastalé nižší (uživatelem definované) předešlé hodnotě indikátoru. Takto je přesněji specifikován stav otevření pozice indikátorem. Tato podmínka je přidána na základě zjištění, že je výhodnější povolit otevření pozice až při výstupu hodnot indikátoru z pásma přeprodanosti. Při vstupu může nastat situace, že se hodnoty indikátoru drží dlouhodoběji v pásmu přeprodanosti a dochází tak k předčasnému nákupu.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 4

První parametr: %K délka období (vysvětleno v podkap. 2.2.1).

Druhý parametr: %D délka období (vysvětleno v podkap. 2.2.1).

Třetí parametr: Zpomalení (vysvětleno v podkap. 2.2.1).

Čtvrtý parametr: Začátek pásma, (zóny otevření) v němž pokud se hodnota indikátoru nachází, dochází k nákupu. Tato hodnota odečtena od sta (max. hodnota indikátoru, jelikož je udáván v procentech) je začátek pásma pro otevření pozice prodej. Jinak řečeno začátek pásma přeprodána a sto mínus začátek pásma překoupena.

Pátý parametr: Konec otevíracího pásma (zóny otevření).

Šestý parametr: Pásmo pro uzavření pozice. Dosáhne-li indikátor hodnot v rozmezí tohoto parametru až sta, dojde k uzavření pozice typu nákup. Pro uzavření pozice typu prodej dojde při dosažení hodnot indikátoru v rozmezí 0 až 100 mínus parametr 6.

Sedmý parametr: Minimální či maximální bod, který je třeba dosáhnout v předchozích 100 hodnotách v otevírací zóně. Pokud je například otevírací zóna stanovena na 25 až 30 procent a minimální bod na 18, je tím ošetřeno, že nákup je proveden až při vzestupu hodnot indikátoru při opouštění zóny otevření a ne při vstupu do zóny otevření při poklesu hodnot indikátoru.

Podmínky otevření transakce (musí být splněny současně):

- hodnota indikátoru se nachází v otevírací zóně (čtvrtý a pátý parametr),
- aktuální hodnota indikátoru je oproti předchozí dle typu transakce v souladu s předpokládaným průběhem (u nákupu je aktuální vyšší než předchozí, u prodeje je aktuální nižší),
- v předchozích 100 hodnotách indikátor dosáhl požadovaného maxima u transakce typu prodej či minima u transakce typu nákup.

Podmínky uzavření transakce:

- hodnota indikátoru se nachází u otevřené pozice nákup nad hodnotou šestého parametru (včetně). U prodeje pod hodnotou 100 mínus šestý parametr (včetně).

3.6.5 MACD, OSMA

MACD a OSMA jsou implementovány způsobem, kde je využita obchodní příležitost typu protnutí indikátoru s nulovou linií, což značí změnu trendu, tudíž uzavření stávající pozice (pokud je v protikladu) a otevření pozice nové opačného směru.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 8 - MACD, 12 - OSMA

První parametr: zpoždění, posunutí – udává, který časový rámec má být vypočten, 0 je hodnota aktuálního rámce, 1 je hodnota v čase t-1 atd.

Podmínka otevření, uzavření transakce:

- Změna trendu indikátoru.

3.6.6 Money Flow Index

Implementace indikátoru spočívá v možnosti definovat hranice přeprodanosti a překoupenosti uživatelem. Indikátor je tedy užit ve smyslu obchodní příležitosti detekce překoupenosti při vysokých hodnotách a detekce přeprodanosti při nízkých hodnotách indikátoru. Jelikož není využita u tohoto indikátoru detekce předchozího stavu indikátoru, obsahuje zobrazovaná proměnná *předchozí stav* aktuální hodnotu indikátoru, která je v tomto případě pro uživatele přínosnější.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 11

První parametr: délka období (vysvětleno v kap. 2.3.1)

Druhý parametr: Definování hranice přeprodanosti – hodnoty v rozmezí od 0 do tohoto parametru jsou brány jako podnět k otevření pozice typu nákup a uzavření pozice typu prodej.

Třetí parametr: Hranice překoupenosti - hodnoty v rozmezí od tohoto parametru do sta jsou brány jako podnět k otevření pozice typu prodej a uzavření pozice typu nákup.

Podmínka otevření, uzavření transakce:

- Hodnoty indikátoru se nachází v pásmu 0 až druhý parametr, znamená otevření nákupu, uzavření prodeje.
- Hodnoty indikátoru se nachází v pásmu třetí parametr až sto, znamená otevření prodeje, uzavření nákupu.

3.6.7 Envelopes

Indikátor je implementován ve smyslu jediné možnosti obchodní strategie a to, že vybočení aktuální ceny na trhu z „obálky“ (envelopes pásu) je považováno za podnět

k zadání transakce. Je přihlíženo k tomu, o kolik je překročena hranice obálky. To napomáhá odfiltrování vysoké (nepředpokládané) volatility a silného trendu, který je opět pro envelopes užítí nežádoucí. Odfiltrování probíhá tím způsobem, že pokud je hranice překročena o více než uživatelem definovaný počet pipů, transakce nebude povolena.

Tento indikátor nevyžaduje detekci *předchozího stavu* (aktuální stav je vypočten pouze na základu aktuálních dat). Z tohoto důvodu není uživateli modulem zobrazena žádná hodnota v poli pro *předchozí stav*.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 9

První parametr: délka období – ma_period (vysvětleno v kap. 2.3.2).

Druhý parametr: odchylka – deviation (vysvětleno v kap. 2.3.2).

Třetí parametr: šířka pásma povolení zadávání obchodních příkazů udávaná v pipech. Jinak řečeno, o jakou maximální hodnotu vybočení z pásma envelopes může dojít, aniž by byl obchodní příkaz potlačen. Pokud je tato šířka překročena, příkaz není zadán. Toto pásmo se nachází v udané šířce nad vrchní (modrou) linií a pod spodní (červenou) linií indikátoru.

Podmínky otevření, uzavření transakce:

- Hodnoty aktuální ceny na trhu se nachází nad vrchní (modrou) křivkou indikátoru, je vyhodnoceno uzavření pozice nákup, otevření pozice prodej. Pokud se hodnoty nachází pod spodní křivkou, je zadáván podnět k nákupu a k uzavření prodeje.
- Hodnota aktuální ceny na trhu se nachází vzdálená od linie obálky (vrchní nebo spodní) maximálně o třetím parametrem definovaný počet pipů.

3.6.8 AWESOME

AWESOME je implementován způsobem, kde je rozhodováno pouze na základě rozdílu dvou hodnot indikátoru a to aktuální a předchozí dosažené hodnoty. Znamená to tedy, že pokud hodnota indikátoru v čase $t-1$ byla vyšší, než aktuální, indikátor je vykreslen v grafu červenou barvou a tento stav je brán jako podnět k prodeji na daném trhu, opačným způsobem pro nákup.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 7

První parametr: zpoždění, posunutí – udává, který časový rámec má být vypočten, 0 je hodnota aktuálního rámce, 1 je hodnota v čase $t-1$ atd.

Podmínky otevření, uzavření transakce:

- Aktuální hodnota indikátoru je nižší (aktuální sloupec je podbarven do červena) než předchozí hodnota indikátoru, je hodnoceno jako podnět k zadání pozice prodej a k uzavření pozice nákup. Taktéž naopak.
- Změna trendu indikátoru.

3.6.9 Virtuální indikátor čas

Modul nemusí pracovat pouze s indikátory implementovanými v platformě. Je možné přidat externí indikátory nebo dokonce implementovat do modulu virtuální indikátory. Jelikož čas hraje významnou roli na finančních trzích, je do modulu zařazen čas pod virtuální indikátor.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 6

První parametr: Počátek (v hodinách) neboli od kolika hodin je povoleno zadávání příkazů.

Druhý parametr: Doba obchodování (v hodinách). Udává, jak dlouho od počátku je povoleno obchodování.

Podmínky otevření, uzavření transakce:

- Aktuální hodnota času se nachází v intervalu první parametr až první parametr + druhý parametr.

3.6.10 Virtuální indikátor maximální počet transakcí

Smysl dalšího virtuálního indikátoru spočívá v možnosti definovat uživatelem počet možných provedených transakcí a následně automatické vypnutí obchodování. Což je častý požadovaný aspekt. Indikátor tedy umožňuje uživateli zadat konkrétní hodnotu počtu transakcí, které mohou být provedeny a i když se po té uživatel z nejrůznějších důvodů (obchodování přes noc atd.) dostane do kontaktu ze strategií za libovolně dlouhou dobu, nebude již po vykonání žádaného počtu transakcí dále obchodováno. Uživateli zobrazovaný *předchozí stav* v tomto případě nese informaci o počtu již zrealizovaných transakcí.

Parametry indikátoru:

Číslo indikátoru: 10

První parametr: Maximální počet příkazů, které smí být vykonány během celého běhu strategie.

Podmínky otevření, uzavření transakce:

- Počet zrealizovaných obchodů je nižší, než hodnota zadaná v parametru jedna.

3.7 Ukázka implementace zdrojového kódu indikátoru Stochastic Oscillator

Jak již bylo řečeno, stochastik patří mezi oscilátorové indikátory. Určuje, zda je trh překoupený či přeprodaný. Skládá se ze dvou křivek %K a %D. Užití obou křivek by při

implementaci značně zkomplikovalo vkládání vstupních parametrů modulu. Vzhledem k téměř totožnému průběhu křivek lze tedy jednu křivku zanedbat. Pro implementaci byla vybrána křivka %K, jejíž reakce na aktuální stav trhu je sice o něco pomalejší, nicméně vyšší vyhlazení oproti křivce %D je vhodnější pro odstranění vyšších, krátkých výkyvů trhu, které by způsobily falešný podnět k provedení transakce.

Implementace

Implementace indikátoru do modulu začíná testováním, zda je aktivní indikátor 4, což je identifikační číslo indikátoru Stochastic dle přílohy (Příloha P I). Po té je zjištěna aktuální a předchozí hodnota indikátoru stochastik (Trend_Now, Trend_Previous) a do pomocného výstupního stavu indikátoru je přiřazen prázdný řetězec (cena[i]).

```
if (Indikator[i]==4)
{
    Trend_Now=iStochastic(NULL,Trend_Obdobi[i],Parametr_0[i],Parametr_1[i],Parametr_2[i],
    MODE_SMA,0,MODE_MAIN, 0);
    Trend_Previous=iStochastic(NULL,Trend_Obdobi[i],Parametr_0[i],Parametr_1[i],Parametr_2[i],
    MODE_SMA ,0,MODE_MAIN, 1);
    cena[i]="";
}
```

Po zjištění aktuální hodnoty indikátoru je třeba tuto hodnotu porovnat s nastavenou požadovanou „zónou otevření“ – rozsah hodnot, které se jeví vhodné pro otevření transakce neboli zóna přeprodání a zóna překoupení. Pro možnost nastavení takovéto zóny bylo třeba implementovat pomocné parametry k indikátoru. Jedná se o čtvrtý a pátý parametr. To znamená, že pokud je zamýšleno otevření příkazu při hodnotách indikátoru mezi 15 až 20 %, je třeba nastavit parametr 4 na hodnotu 15 a parametr 5 na hodnotu 20. Zóna otevření je místo pevné jednotkové ceny implementována z toho důvodu, že ceny na trzích se nemění spojitě, ale přeskakují o několik hodnot (pipů). Zde je tedy nutné mít na paměti, že při nasazení indikátoru na trh s vyššími skoky (o více než 5 pipů), je vhodné patřičně rozšířit otevírací zónu. U transakce typu nákup je tedy otevírací zóna nastavena na 15 - 20 procent a u transakce typu prodej na 85 – 80 procent (100-15 a 100-20).

Taktéž bylo třeba implementovat parametr, dle kterého lze nastavit hodnotu, při které dojde k uzavření příkazu. Zde postačil jeden, parametr sedm. Všechny hodnoty indikátoru u transakce nákup vyšší než parametr sedm pak slouží k uzavření transakce. U příkazu typu prodej jsou to hodnoty nižší než 100.

Při implementaci bylo zjištěno, že pro dosažení lepších výsledků je vhodné u indikátoru testovat, zda jeho hodnota prošla určitým bodem, který slouží jako nutná podmínka pro následné kladné vyhodnocení možnosti zadání nebo uzavření transakce. Jinými slovy například pro otevření příkazu nákup nestačí, když stochastik nabude hodnot zóny otevření 15 až 25%, ale musí v předchozích 100 hodnotách dosáhnout požadovaného minima, např. 10%. Tato podmínka značně filtruje předčasné otevření příkazu při vstupu hodnot indikátoru do zóny otevření, jelikož je požadováno otevření příkazu až těsně před výstupem ze zóny.

Hledání otevírací zóny překoupení, detekce maxima ve sto předešlých hodnotách zajišťuje následný zdrojový kód:

```
if ((Trend_Now<Trend_Previous) && (Trend_Now<(100-Parametr_3[i])) &&
(Trend_Now>(100-Parametr_4[i])) )
{cena[i]="*****";
for (zpet_bars=0;zpet_bars<100;zpet_bars++)
{
Trend_PrePrePrevious=iStochastic(NULL,Trend_Obdobi[i],Parametr_0[i],
Parametr_1[i],Parametr_2[i], MODE_SMA,0,MODE_MAIN, (zpet_bars+1));
Trend_PrePrevious=iStochastic(NULL,Trend_Obdobi[i],Parametr_0[i],
Parametr_1[i],Parametr_2[i], MODE_SMA ,0,MODE_MAIN, zpet_bars);
if (Trend_PrePrePrevious<Trend_PrePrevious) break;
else
if (Trend_PrePrePrevious>(100-Parametr_6[i])) {cena[i]=" klesá ";break;}
}
}
if ((Trend_Now<Trend_Previous) && (Trend_Now<(100-Parametr_5[i])) ) cena[i]="x zákaz x";
```

Detekce zóny otevření příkazu nákup – přeprodáno je řešena téměř totožným způsobem, proto zde není uveden zdrojový kód.

Nenachází-li se indikátor v otevírací nebo uzavírací zóně, je třeba nastavit výstupní pomocný parametr, pokud již nebyl nastaven. To je zajištěno následným kódem:

```
if (cena[i]=="")
{
if (Trend_Now<=Trend_Previous) cena[i]="*****";
if (Trend_Now>Trend_Previous) cena[i]="^^^^^^";
if (orders_total)
{
if ((orderType=="NÁKUP") && (cena[i]=="*****")) cena[i]="x zákaz x";
if ((orderType=="PRODEJ") && (cena[i]=="^^^^^^")) cena[i]="x zákaz x";
}
}
}
```

Ověření správné funkčnosti proběhlo na následujících vstupních parametrech:

indikátor – 4, časová osa – 1, parametry (1 až 7) – 138,3,3,15,25,70,15.

Všechny vlastnosti indikátoru nastaveny na true, všechny vlastnosti AOS odfiltrovány.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M15, osa y – cena na trhu., zobrazené období: 7:45 26.1.2012 až 5:00 31.1.2012.



Popis grafu

Ve vrchní části grafu je zobrazen průběh trhu doplněný vlevo o informační výstupy z modulu, ve spodní části jsou hodnoty indikátoru stochastik. První transakcí, která je viditelná v grafu v čase 8:30 je otevření pozice typu nákup na základě splnění podmínek průchodu minimální hodnoty indikátoru (15) v předchozích sto hodnotách, nynější hodnota indikátoru je v otevírací zóně (15 až 25) a zároveň je vyšší, než hodnota indikátoru v předchozím časovém rámci. Tato pozice je uzavřena a je otevřena pozice opačná v čase 18:00, kdy se stochastik již nachází v otevírací zóně překoupenosti trhu a jak je patrné, v daném čase vykazuje tendenci ubírat se sestupným směrem. Podobně je tomu v čase 14:45 v zóně přeprodanosti. Zde je opět velmi dobře viditelné otevření nové pozice až při výstupu hodnot indikátoru ze zóny otevření (pozice).

4 NÁVRH A REALIZACE STRATEGIÍ

4.1 Tvorba automatické obchodní strategie

Při tvorbě strategie lze vycházet ze třech základních postupů. Jeden spočívá v předpokladu imaginárního optimálního vývoje trhu a k němu je vytvořena strategie. Této strategii je po té nalezen nejbližší možný trh s co nejvyšší podobností s imaginárním průběhem. Druhou možností je po zhlédnutí historického vývoje daného trhu „ušít“ strategii na míru právě tomuto trhu. Další možností je vytvoření jakékoliv strategie nesoucí logický základ úspěchu a po té testovat na různých finančních trzích. V této diplomové práci je použit zmíněný třetí způsob spočívající v tvorbě strategie s logickým předpokladem zisku a přihlédnutím k faktu, že strategie lze rozdělit dle předpokladu vývoje trhu na strategie profitující z trendových trhů a strategie profitující z netrendových trhů. Z tohoto důvodu jsou vytvořeny, realizovány, testovány a optimalizovány dvě strategie, z nichž jedna předpokládá nasazení v trendovém trhu (strategie potvrzení trendu) a druhá předpokládá realizaci na netrendovém či slabě trendovém trhu (Envelopes + ADX Volatilita).

V ukázkách funkčnosti strategie jsou použita určitá časová období, v nichž je strategie testována (v testeru strategií obsaženým přímo v platformě MetaTrader 4). Zprávy z okna historie jsou vypnuty pro lepší přehlednost celého grafu. Za běžných okolností je sledován pouze aktuální vývoj dat obsažený v pravé části grafu, pro účely ukázek funkčnosti strategií je však třeba přehledně zobrazit průběh vývoje a okno historie by rušivě působilo částečným překrytím dat v levé části grafů.

Přestože je předpokládána základní znalost čtení obchodních grafů, je zde uveden úplný základ orientace v obchodních grafech: transakce typu nákup jsou označeny modrými šípkami, pozice typu prodej je značena modrými šípkami, přičemž pro oba typy platí, že šipka vpravo značí otevření pozice, šipka vlevo uzavření. Zjednodušeně řečeno: sklon přerušované čáry spojující otevření pozice a uzavření pozice (šipku vpravo a šipku vlevo) určuje zisk či prodělek obchodní transakce. Je-li tedy červená přerušovaná čára skloněna směrem dolů, transakce byla uzavřena se ziskem. Taktéž je-li modrá přerušovaná čára skloněna směrem vzhůru, je transakce uzavřena se ziskem.

Všechny grafy, obrázky a reporty získané při testování a optimalizaci jsou výstupem obchodní platformy MetaTrader 4 Admiral Markets AS s historickými daty ze serveru tohoto brokera pod názvem AM-Demo.

Při jmenování nastavených vlastností indikátorů jsou v celém následujícím textu vždy vypsány pouze vlastnosti aktivní (mají nastavenou hodnotu na true).

4.2 Strategie založená na Envelopes + ADX Volatilita

Při implementaci indikátoru Envelopes do modulu a jeho následném testování požadované funkčnosti bylo náhodně zjištěno, že indikátor i s nevhodně (náhodně) zvolenými parametry vykazuje v náhodně vybraném testovaném období zisk. Z těchto důvodů je tato strategie založena v prvopočátku pouze na ověření kvality predikce samotného indikátoru.

Strategie je realizována, testována a optimalizována na trhu EurUsd s 1 minutovým časovým rámcem v období 3.3.2012 – 13.3.2012.

4.2.1 Algoritmus strategie

Celý algoritmus spočívá ve využití standardní obchodní příležitosti uvedené v kap. 3.6.7. Jedná se o otevření pozice typu prodej a uzavření pozice typu nákup při překřížení ceny trhu s vrchní hranicí Envelopes (modrá linie). Následuje otevření pozice nákup a uzavření pozice prodej při překřížení cena trhu se spodní hranicí Envelopes (červená linie).

4.2.2 Nastavení strategie

Nastavení strategie je k dispozici ve formě zdrojového kódu v příloze (Příloha IV) a dále je uvedeno zde:

Parametry indikátoru

Význam parametrů indikátoru - číslo indikátoru, první a druhý parametr je popsán v kap. 3.6.7 či uveden v souhrnné tabulce v příloze (Příloha P I: Tabulka významu externích parametrů indikátorů), dle které je patrné, že indikátor Envelopes má id číslo indikátoru 9. Prvním a druhým parametrem (délka období a odchylka) je definován

průběh indikátoru (vnitřní výpočet hodnot indikátoru). Tímto je velikost obálky nastavena na pokrytí cca 60-70% cenových hodnot trhu. Třetím parametrem je šířka otevíracího pásma (algoritmus implementovaný v modulu pro tento indikátor), čímž je dáno, že pokud se cena nenachází uvnitř pásma Envelopes, při překročení vzdálenosti dvou pipů ceny trhu od hranice Envelopes nesmí být nová pozice otevřena. Časová osa je zvolena na nejkratší – minutovou (obchodování probíhá v rámci minut), která dle tabulky v příloze (Příloha P III) činí hodnotu 1.

Výčet parametrů a jejich nastavení:

Číslo indikátoru: 9, časová osa: 1, první parametr: 14, druhý parametr: 0.02, třetí parametr: 2.

Vlastnosti AOS

Obchodované množství – parametr objem je zvolen na hodnotu 1 a na posuzování úspěšnosti strategie má zanedbatelný vliv. Parametr stop ztráty je opět zvolen k přihlídnuté velikosti obálky a časové ose (průměrná velikost ztráty či zisku cca 5 pipů) odhadem na hodnotu 10 pipů, což značí, že jakákoliv otevřená pozice dosáhne-li ztrátu 10 pipů, bude ihned uzavřena. Toto omezení je přidáno z důvodů, že může nastat situace, kde je otevřena pozice nákup a cena na trhu začne klesat. A to tím způsobem, že nastavení Envelopes bude v souladu s rychlostí klesání trhu a tudíž cena nevybočí z hranic Envelopes i když bude dlouhodoběji klesat. Pozice by pak mohla vykazat vysokou ztrátu. Ostatní vlastnosti AOS nemají vliv na chod strategie při aktuálním nastavení vlastností indikátoru.

Výčet a hodnoty vlastností AOS:

objem: 1, stop ztráty: 10.

Vlastnosti indikátoru

Základní vlastnost *aktivní* určuje, že tento indikátor je aktivně použit a modulem zahrnut do vnitřního algoritmu. Je to základní předpoklad pro aktivaci jakéhokoliv indikátoru. Tento indikátor samostatně rozhoduje o otevření, z čehož plyne aktivní vlastnost *rozhoduje o otevření*. Indikátor musí být schopen zadávat podněty k otevření a

uzavření transakce. V opačném případě by nedošlo k žádnému obchodování, jelikož není žádný jiný aktivní indikátor, který by vydával tyto podněty. K tomu slouží vlastnost indikátoru *umí otevírat příkazy a umí uzavírat příkazy*.

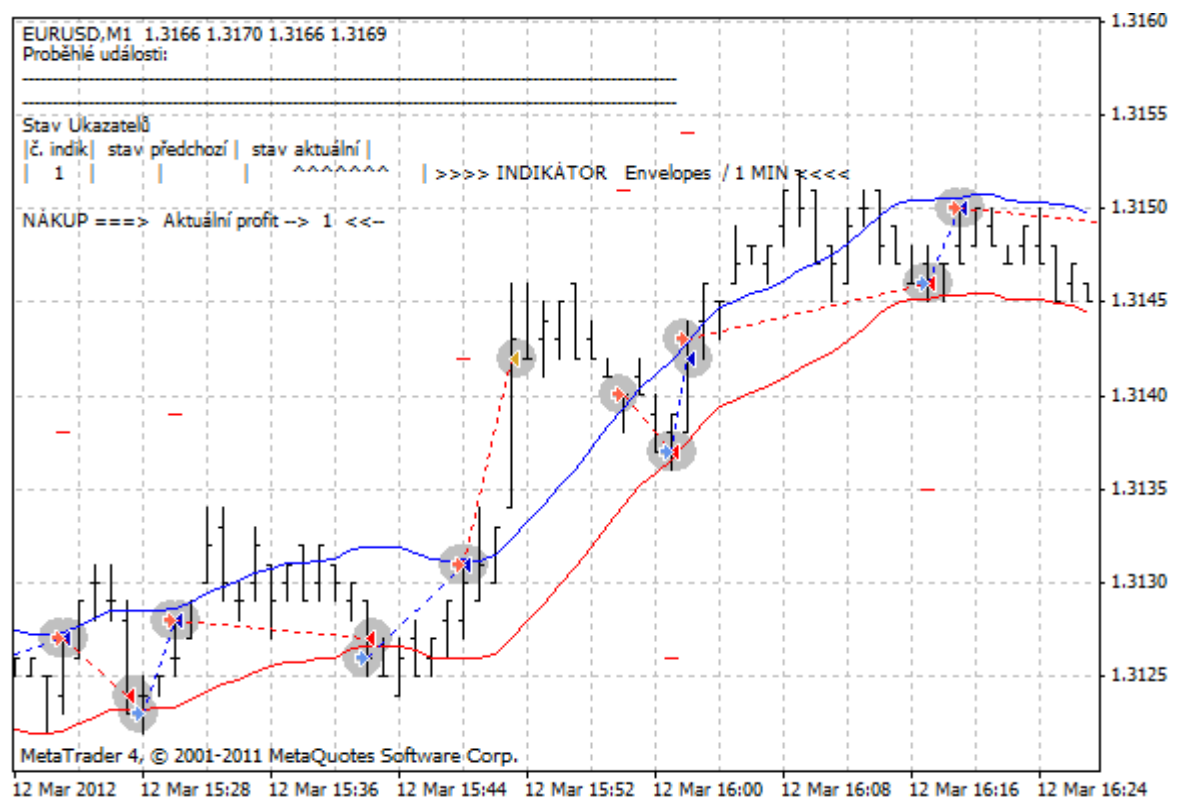
Výčet aktivních vlastností:

Aktivní, rozhoduje o otevření, umí otevírat příkazy, umí uzavírat příkazy.

4.2.3 Ukázka funkčnosti strategie

Funkčnost strategie je patrna z grafu (Graf 12), kde je ukázáno chování modulu a jím otevřené a uzavřené obchodní pozice.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa x - časová osa: M1, osa y – cena trhu, zobrazené období 12.3.2012 čas 15:20 – 17:30.



Graf 12. Průběh strategie založené na Envelopes + ADX Volatilita

Popis grafu

Z grafu je patrné, že při střetu aktuální ceny trhu (sloupce) z vrchní hranicí Envelopes (modrá linie) je uzavřena pozice nákup a otevřena pozice prodej. Taktéž u spodní hranice Envelopes. Tohoto je dosaženo nastavením vlastností *rozhoduje o otevření, umí otevřít příkazy, umí zavírat příkazy*. Dále je patrné, že pozice prodeje otevřená v čase 15:44 je uzavřena v čase 15:47, kdy nedošlo standardně k protnutí ceny s červenou linií. Zde byla pozice uzavřena z důvodu dosažení ztráty otevřené pozice nastavené pomocí vlastnosti AOS - stop ztráty na hodnotu 10. Otevření pozice, které proběhlo při ceně 1.3131 je tedy uzavřeno při dosažení ceny na trhu 1.3141. Z grafu je patrné, že pokud by tato podmínka stop ztráty nebyla aktivní, příkaz by byl uzavřen v čase 15:57, kde je nyní uzavřen další příkaz v pořadí (který by bez podmínky stop ztráty nebyl otevřen) a to se ztrátou o 4 pipy nižší, než jaké je dosaženo při užití stop ztráty. Nicméně je třeba si uvědomit, že pokud by cena trhu v 15:50 nezačala stagnovat a po té v čase 15:52 klesat a namísto toho dál stoupala, mohlo by dojít ke střetu s červenou linií a tudíž k uzavření pozice třeba i se ztrátou 20 pipů a při velmi silném trendu i 100 pipů. Čeho je ještě možné si povšimnout z grafu je fakt, že při uzavření zmíněné transakce pomocí stop ztráty v čase 15:47 není ihned otevřena další pozice. To je způsobeno definováním šířky pásma povolení transakcí (vzdálenosti ceny od linie Envelopes), kdy je možné pozice otevřít. Dle nastavení indikátoru (třetí parametr na hodnotě 2) je tedy vyčkáváno, dokud se cena na trhu nepřiblíží k linii Envelopes do maximální vzdálenosti 2 pipů. Pak je možné otevřít novou pozici, což je učiněno v čase 15:54.

4.2.4 Testování strategie

Při provedení otestování úspěšnosti strategie byl zaznamenán report, jenž je uvedený v příloze (Příloha V), z nějž je zde uveden graf (Graf 13, Graf 1) a nejvýznamnější záznamy z reportu.

Data v grafu: osa x – číslo testu, y – výsledný kapitál pro daný test



Graf 13. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie Envelopes + ADX Volatilita

Parametry testování

Symbol: EurUsd, časová osa: M1, rozsah testovaného období: 1.3.2012 – 13.3.2012

Nejvýznamnější záznamy z reportu:

Celkový čistý zisk: 1508.57

Hrubý zisk: 4168.57

Hrubá ztráta: -2660.00

Ziskový faktor: 1.57

Předpokládaný zisk: 9.37

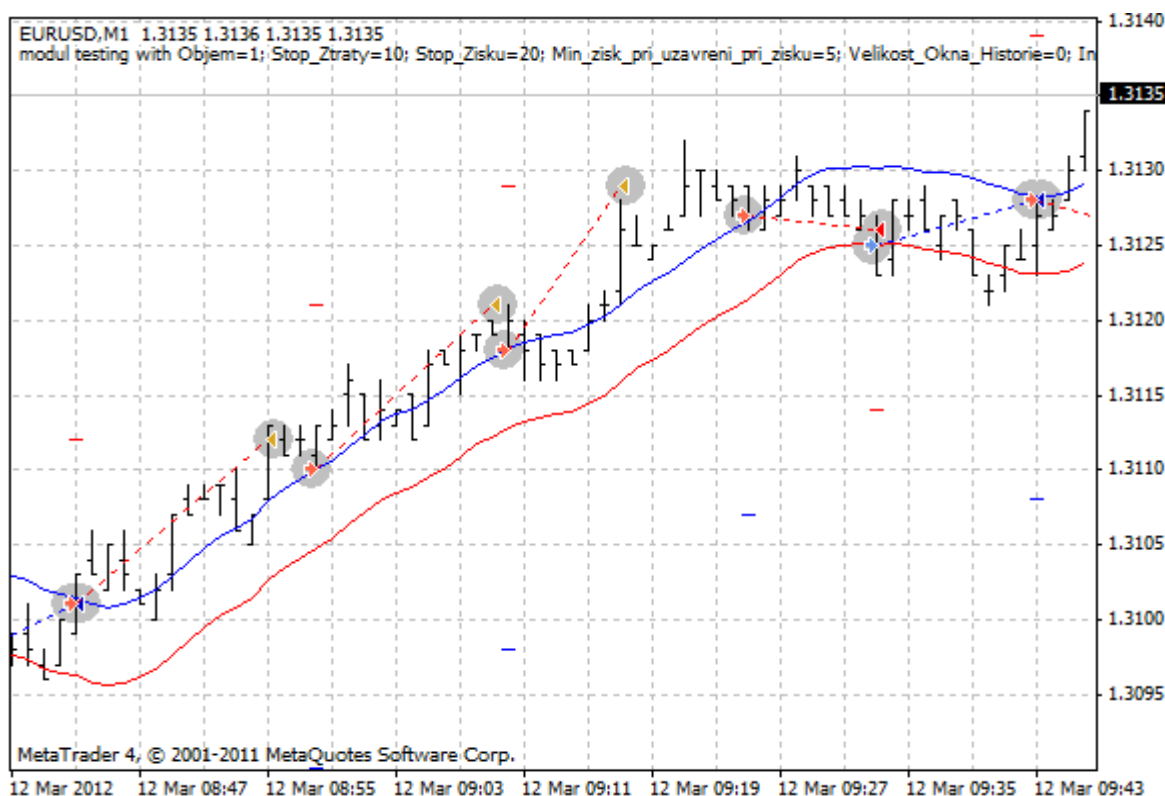
Transakce celkem: 161

Jak je patrné z grafu i záznamu z reportu, strategie v testovaném období je úspěšná a z mnoha malých transakcí – 161 je vytvořen čistý zisk 1508,- Kč, při ziskovém faktoru 1.57, což lze hodnotit velmi úspěšně.

Při provedení analýzy největšího propadu kapitálové hodnoty, který je patrný z grafu (Graf 14) je zjištěno, že u transakcí 84 až 86 dochází k nejvyššímu propadu tím, že všechny tři transakce po sobě jdoucí jsou uzavřeny ve ztrátě. Při zjištění času provedení těchto ztrátových transakcí z uvedeného reportu je vyhledán a zobrazen průběh transakcí

84 až 88 v grafu (Graf 14), z čehož je patrna příčina navazujících prodělečných transakcí.

Data v grafu: Trh: *EurUsd*, osa x - časová osa: *M1*, osa y – cena na trhu, zobrazené období: 8:49 až 9:03 12.3.2012.



Graf 14. Graf transakcí 84 až 88 strategie Envelopes

Ta spočívá v silném krátkodobém stoupajícím trendu, jelikož strategie předpokládá boční či nevýrazný trend. Tento vzniklý aspekt je možné odfiltrovat krom snížení vlastnosti strategie *stop ztráty*, která je ale spíše záležitostí optimalizace celé strategie, použitím implementovaného indikátoru ADX Volatilita, který zajistí povolení obchodování pouze za určité velikosti volatility. Jelikož pokud trh vykazuje krátkodobý silný trend, vykazuje i silnou volatilitu. Tento indikátor je vhodné použít, pokud má strategie fungovat dlouhodoběji bez kontrol a zásahů uživatele. Indikátor je použit s tímto nastavením, které je uvedeno i ve formě zdrojového kódu v příloze (Příloha VI):

Parametry indikátoru

Význam a hodnoty parametrů – číslo indikátoru, časová osa, první parametr vyplývá z kapitoly 3.6.2. Druhý a třetí parametr definuje šířku volatility, při které bude povoleno obchodování. Horní hranici povolení obchodování je vhodné zjistit optimalizací třetího parametru. Po provedení optimalizace (od 0 do 100) byla zjištěna optimální hodnota 27 pro strategii a testované období.

Výčet parametrů:

Číslo indikátoru: 2, časová osa M1, první parametr: 14, druhý parametr: 0, třetí parametr: 27.

Vlastnosti indikátoru

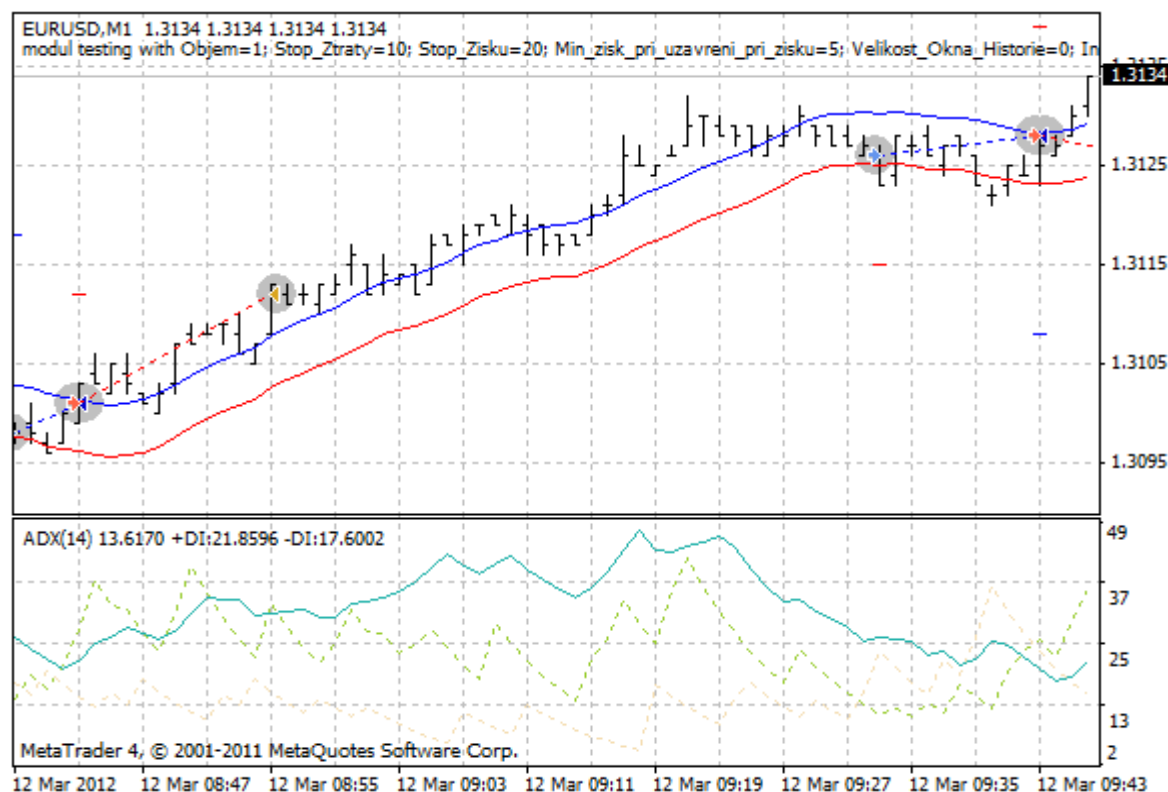
Aby bylo docíleno zmíněného povolení obchodování jen při volatilitě do určité hodnoty (třetí parametr – 27), je třeba nastavit indikátoru vlastnost *rozhoduje o otevření*. Nachází-li se pak hodnota ADX Volatilita nad mezí 27, je vyhodnocen stav „x zákaz x“ a jelikož indikátor spolurozhoduje o tom, zda může být otevřena pozice, pozice nebude otevřena. Indikátor by mohl mít i aktivní vlastnost *umí zavírat příkazy*, aby ihned po překročení dané volatility byla transakce ukončena, ale toto užití má i své stinné stránky.

Výčet aktivních vlastností:

Aktivní, rozhoduje o otevření.

Při vytvoření opětovného testu, tentokrát i s aktivním indikátorem ADX Volatilita, výsledný graf realizovaných transakcí, který je zobrazen na obrázku (Graf 15) je jiný a to žádaným způsobem. Jak si lze všimnout, tak na rozdíl od grafu (Graf 14) již v čase silného trendu (při překročení třetího parametru indikátoru – 27 v čase 8:49 až 9:03) nedochází k obchodování.

Data v grafu: Trh: EurUsd, osa y – cena na trhu, osa x - časová osa: M1, zobrazené období: 8:49 až 9:03 12.3.2012.



Graf 15. Graf transakcí 84 – 85 strategie Envelopes při užití ADX Volatility

Celkový zisk strategie je pak zvýšen na 1.550,- Kč při dosaženém ziskovém faktoru 1.82.

4.2.5 Vhodnost užití

Tuto strategii je vhodné použít na trzích, které vykazují boční či slabý trend. Čím je trend slabší, tím větší lze předpokládat úspěch strategie a velikost zisku. Dále pak nastavením šířky pásu Envelopes (dle denní vyhlášené volatility trhů) lze významně ovlivnit zisk. Strategie předpokládá i možnost silného trendu. Na tuto situaci reaguje tak, že přestane obchodovat, dokud trend nezeslábně.

4.3 Strategie potvrzení trendu

Jedna z nejlogičtějších a nejjednodušších strategií, kterou zajisté napadlo mnoho obchodníků, je strategie potvrzení trendu. Tato strategie vychází z hypotézy, že při

souladu primárního, sekundárního i vedlejšího trendu, jinými slovy pokud dlouhodobý, střednědobý i krátkodobý trend naznačuje vývoj ceny stejným směrem, bude výhodné obchodovat pouze v krátkodobém trendu. Při zadávání pokynů jednoho typu (pouze nákup či pouze prodej), který potvrzuje střednědobý a dlouhodobý trend, by měla být vyšší než 50% úspěšnost.

K implementaci této strategie lze využít jakékoliv kombinace trendových indikátorů. Pro ověření funkčnosti více stejných indikátorů v jedné strategii byly pro dlouhodobý a střednědobý trend náhodně vybrány indikátory ADX Trend, pro krátkodobý pak indikátor Parabolic SAR, který v tomto případě poslouží i jako detekce vhodného okamžiku uzavření příkazu.

Strategie je realizována, testována a optimalizována na trhu UsdJpy s 1 minutovým časovým rámcem v časovém období 12.4.2011 – 21.4.2011

4.3.1 Algoritmus strategie

ADX s nejdelší použitou časovou osou (dále jen ADX dlouhý) slouží jako dlouhodobý indikátor trendu. Jeho predikce je podstatná pouze při rozhodování o otevření pozice, z čehož plyne aktivní vlastnost indikátoru *rozhoduje o otevření*. Jeho ovlivnění strategie spočívá v tom, že v kratších časových grafech smí být otevírány pouze pozice v souladu s tímto trendem. Tedy pokud například cena EurUsd za poslední dva měsíce stoupá, je vyhodnocena predikce nákupu a ostatní indikátory mohou otevírat pozice pouze typu nákup.

ADX s kratší použitou časovou osou (dále jen ADX krátký) slouží k potvrzení trendu ADX dlouhého v kratším období. Na zmíněném příkladu lze tedy říci, že pokud dlouhý ADX predikuje nárůst ceny v období 2 měsíců, lze obchodovat pouze při nárůstu ceny v krátkém období hodin. Tento indikátor tedy slouží pouze opět jako rozhodce o otevírání pozic, z toho vyplývá aktivní vlastnost *rozhoduje o otevření*.

Parabolic SAR slouží jako rozhodce v nejkratším časovém intervalu. Predikuje-li tedy, dle uvedeného příkladu dlouhodobý ADX, že cena v následujících dvou měsících bude stoupat a zároveň ADX krátký predikuje, že cena během následující hodiny bude stoupat, pak Parabolic SAR během následujících minut otevře transakci typu nákup. Z toho vyplývá, že tento indikátor opět *rozhoduje o otevření* pozice.

4.3.2 Nastavení strategie

Nastavení strategie je k dispozici ve formě zdrojového kódu v příloze (Příloha XI) a dále je uvedeno zde:

Parametry indikátorů ADX Trend (dlouhodobý a střednědobý)

Význam parametru číslo indikátoru, časová osa a první parametr je uveden v kap. 3.6.2 či uveden v souhrnné tabulce v příloze (Příloha P I), dle které je patrné, že indikátor ADX Trend má id číslo indikátoru 1, první parametr je délka období z kterého je ADX vypočten. Hodnota délky období (první parametr) je standardně nastaven u obou ADX na 14.

Dlouhodobý ADX Trend má zvolenu časovou osu na 1440, což dle tabulky v příloze (P III) odpovídá hodnotě D1. To je denní graf (jeden časový rámeček obsahuje hodnoty celého dne). Zatímco ADX krátký má zvolenu časovou osu na M15.

Výčet parametrů:

ADX dlouhý – číslo indikátoru: 1, časová osa: 1440, první parametr: 14

ADX krátký – číslo indikátoru: 1, časová osa: 15, první parametr: 14

Parametry indikátoru Parabolic SAR

U indikátoru Parabolic SAR je třeba nastavit id číslo indikátoru, což je číslo 3 a časovou osu. Dle algoritmu strategie tento indikátor působí na nejkratší časové ose, tudíž je zvolena 1 minutová. První parametr, pod nímž je skryta délka kroku je zvolen na hodnotu 0.01 a druhý parametr, který udává maximální krok, je zvolen na hodnotu 0.4.

Výčet parametrů:

Číslo indikátoru: 3, časová osa: 1, první parametr: 0.01, druhý parametr: 0.4

Vlastnosti indikátorů

Jak již je zmíněno v algoritmu strategie indikátor ADX dlouhý pouze rozhoduje o směru trendu, ve kterém bude obchodováno. Z tohoto plyne aktivní vlastnost *rozhoduje o otevření*.

Indikátor ADX krátký taktéž působí pouze jako detektor střednědobého trendu, tudíž opět má aktivní pouze vlastnost *rozhoduje o otevření*.

Indikátor Parabolic SAR musí být v souladu s trendy, které určují oba ADX, tudíž je žádána aktivní vlastnost *rozhoduje o otevření*, dále jelikož obchodování je zamýšleno provádět v krátkých intervalech, má tento indikátor i vlastnosti otevírání a uzavírání příkazů. Nicméně i indikátor Parabolic SAR v rámci jednoho časového rámce dokáže několikrát změnit svoji predikci a mohlo by tak v jedné minutě dojít k několikanásobnému otevření a uzavření pozice se ztrátou. Tomu je zamezeno tím, že indikátor má aktivní pouze vlastnost *umí zavírat při zisku*, kde pokud se takto stane, pozice je uzavřena indikátorem pouze se ziskem nebo při ztrátě pomocí definované vlastnosti AOS *stop ztráty*.

Výčet vlastností:

ADX dlouhodobý: aktivní, rozhoduje o otevření.

ADX krátký: aktivní, rozhoduje o otevření.

Parabolic SAR: aktivní, rozhoduje o otevření, umí otevírat příkazy, umí zavírat při zisku

Vlastnosti AOS

Jelikož je použita vlastnost *umí zavírat při zisku*, je důležitá i hodnota vlastnosti *minimální zisk při zavření při zisku*, která určí od jaké výše zisku je možno příkaz uzavřít. Protože se jedná v této strategii pouze o odfiltrování nežádoucích přeskoků indikátoru Parabolic SAR během jednoho časového rámce, je její hodnota nastavena na 5 pipů, což v 1 minutové časové ose je přiměřený zisk. Vlastnost *stop ztráty* je třeba nastavit, jelikož indikátor Parabolic SAR uzavírá pouze při vytvořeném zisku. Optimální hodnota v použité časové ose se jeví 20 piů. Parametr *stop zisku* je neaktivní tím, že je mu nastavena vysoká hodnota (2000).

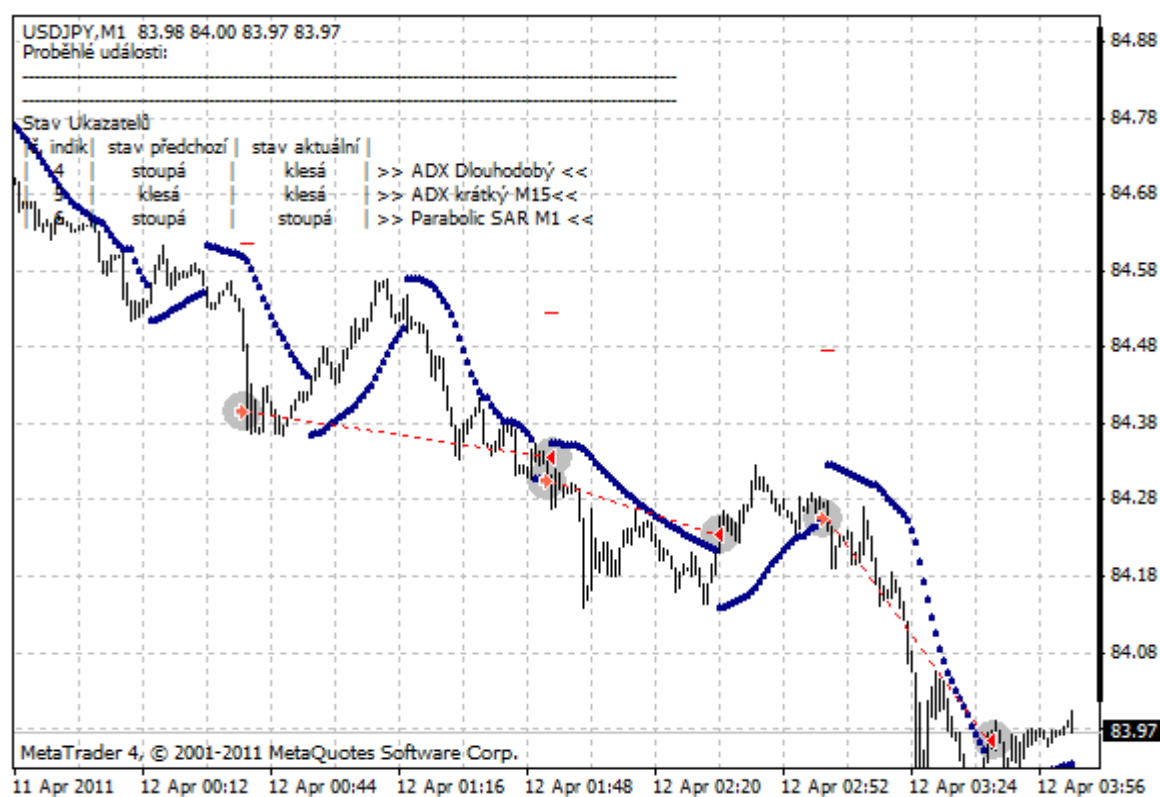
Výčet vlastností:

Stop ztráty: 20, stop zisku: 2000, min. zisk při uzavření při zisku: 5.

4.3.3 Ukázka funkčnosti strategie

Funkčnost strategie je patrna z grafu (Graf 16).

Data v grafu: Trh: UsdJpy, osa x - časová osa: 1M, osa y – cena trhu, zobrazené období 4.12.2012, čas 0:30 - 03:56.



Graf 16. Průběh strategie potvrzení trendu

Popis grafu

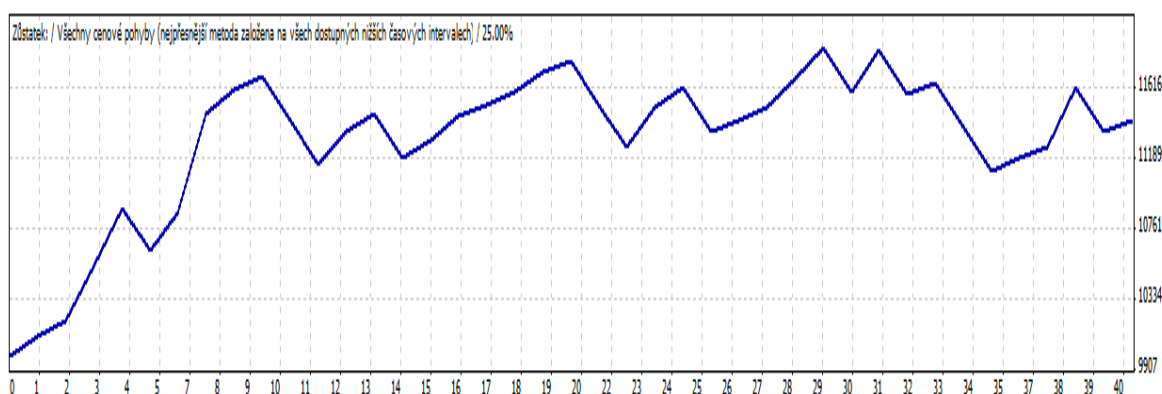
Jelikož indikátory ADX dlouhý a ADX krátký působí na jiných časových osách, nelze je v tomto grafu zobrazit, nicméně lze vyčíst z aktuálních stavů zobrazených modulem, že jejich stav je v pozici klesá. Oba indikátory ADX působí na delších časových osách, proto tento stav platí po celou dobu zobrazeného grafu. K otevření příkazu je tedy třeba překlopení indikátoru Parabolic SAR do pozice klesá. Pak jsou otevřeny příkazy typu

prodej, jelikož všechny tři indikátory avizují sestup ceny stavem klesá a Parabolic SAR má aktivní vlastnost *umí otevírat příkazy*. Tento indikátor má také aktivní vlastnost *umí zavírat při zisku*, což je patrné při překlopení indikátoru do predikujícího stavu nákupu (modré tečky jsou pod aktuální cenou na trhu), kde dochází k uzavírání příkazů.

4.3.4 Testování strategie

Při provedení otestování úspěšnosti strategie byl zaznamenán report, jenž je uvedený v příloze (Příloha XII), z něž je zde uveden graf (Graf 17) a nejvýznamnější záznamy z reportu.

Data v grafu: osa x – číslo testu, y – výsledný kapitál pro daný test



Graf 17. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie potvrzení trendu.

Parametry testování

Symbol: UsdJpy, časová osa: M1, rozsah testovaného období: 12.4.2011 – 21.4.2011

Nejvýznamnější záznamy z reportu:

Celkový čistý zisk: 1423.15

Hrubý zisk: 4593.77

Hrubá ztráta: -3170.63

Ziskový faktor: 1.45

Předpokládaný zisk: 35.58

Transakce celkem: 40

Z reportu i grafu (Graf 17) je patrné, že strategie vytváří v testovaném období zisk ve výši 1423,- Kč, avšak ke konci testovaného období spíše stagnuje.

4.3.5 Vhodnost užití

Tuto strategii je vhodné použít na trzích, které vykazují dlouhodobý stálý trend, kde čím silnější trend trh vykazuje, tím větší lze předpokládat úspěch strategie a velikost zisku.

5 OPTIMALIZACE A VYHODNOCENÍ STRATEGIÍ

Po vytvoření strategie je třeba nalézt vhodný úsek historických dat (co nejméně vzdálený od současnosti) na daném trhu, který se jeví vhodný pro vybranou automatickou strategii obchodování, otestovat úspěšnost této strategie, zoptimalizovat vstupní parametry indikátorů a dle výsledků analýzy neúspěšných transakcí zavést případně další omezující indikátory pro odfiltrování pouze těchto neúspěšných transakcí.

Je třeba mít na paměti, že situace na trzích se stále mění, proto nelze provést jednorázově optimalizaci parametrů zvolené strategie a tu již používat stále. Tento přístup by byl snad možný při testování na datech historického vývoje délky alespoň 10 let a použití strategie dlouhodobých obchodů. Za běžné situace při použití krátkodobých až střednědobých obchodů, které jsou nejčastěji obchodovány, je třeba optimalizaci provádět opakovaně v rozmezí týdnů až měsíců.

Optimalizace vzhledem k množství parametrů a jejich celkovou kombinací možností je provedena kvůli časové náročnosti postupně (rozdělením na části). Tím je bohužel ztracena návaznost parametrů vůči sobě navzájem. Použití genetického algoritmu je vypnuto, jelikož často dochází k nenalezení globálního maxima funkce. Nicméně je možné provést celkovou optimalizaci (za předpokladu dostatku strojového času a výpočetních kapacit) nebo optimalizaci dle implementovaného genetického algoritmu v platformě MetaTrader, za pomoci uložených nastavení v přílohách.

5.1 Strategie Envelopes + ADX Volatilita

K provedení celkové jednorázové optimalizace je k dispozici v příloze (Příloha VI), nastavení indikátorů včetně zvolených optimalizačních maxim a minim. V této práci je zvoleno rozdělení optimalizace na části a provedeno v tomto pořadí:

- Optimalizace parametrů indikátorů.
 - Optimalizace Envelopes (druhý a třetí parametr, čtvrtý parametr nese nízký význam vzhledem k zisku),
 - Optimalizace ADX Volatility.
- Optimalizace vlastností strategie.

Optimalizace indikátoru Envelopes

Rozsah optimalizovaných hodnot je patrný z obrázku (Obr. 6). Je zřejmé, že dochází k optimalizaci pouze prvního a druhého parametru a to v rozsahu 2 až 45 při kroku 1 pro první parametr a 0.01 až 0.04 a kroku 0.001 pro druhý parametr. Optimalizace pouze těchto dvou parametrů vytvoří kombinaci 1364 testování. Při současné kapacitě stroje, na kterém je provedena optimalizace (intel pentium dual cpu T2370 2x1,73 GHz, RAM 2GB) trvá 24 minut. Z toho je patrna časová nemožnost optimalizace více parametrů strategie souběžně.

Proměnná	Hodnota	Start	Krok	Stop
<input type="checkbox"/> Indikator_1	9	9	0	0
<input type="checkbox"/> Casova_osa_1	1	15	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> Prvni_parametr_1	14	2	1	45
<input checked="" type="checkbox"/> Druhy_parametr_1	0.02	0.01	0.001	0.04

Obr. 6. Nastavení optimalizačních hodnot indikátoru Envelopes

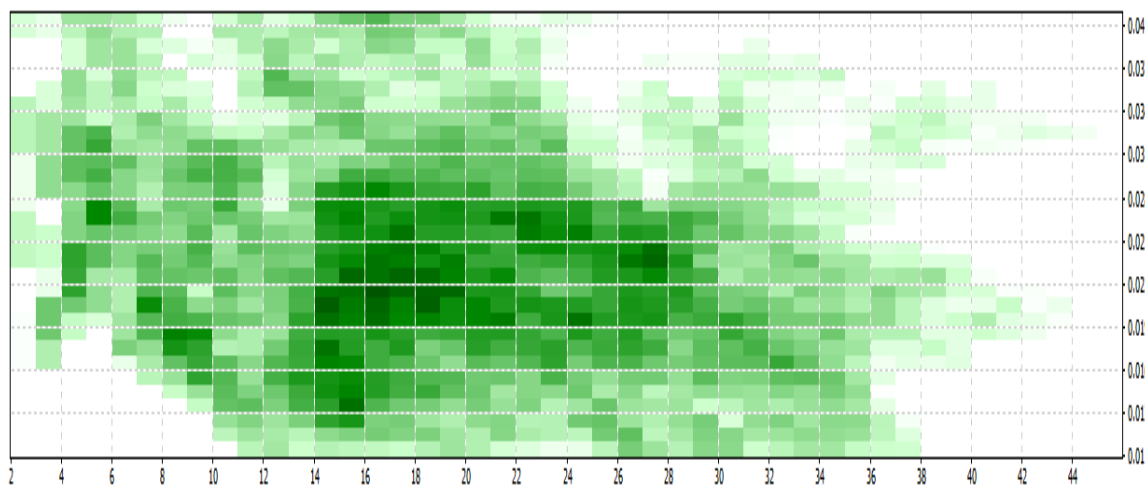
Při převedení optimalizačních hodnot do 2D plochy je získán graf (Graf 18), kde osu x tvoří první parametr a osu y druhý parametr. Nejtmavší oblast vykreslených hledaných maxim se pohybuje v rozmezí nastavení prvního parametru na hodnoty 14 až 20 a druhého parametru hodnoty 0.019 až 0.025. Z celkového výstupního reportu (Příloha VII) lze zjistit globální maximum, které je rovno hodnotě 1.620,- Kč vytvořeného zisku a faktoru zisku 1.88 při nastavení parametrů:

- První parametr: 16
- Druhý parametr: 0.021

Tyto hodnoty jsou nastaveny indikátoru Envelopes a poté je provedena další optimalizace.

Stejným způsobem je postupováno při optimalizaci indikátoru ADX Volatilita a optimalizaci vlastností strategie. Z tohoto důvodu jsou zde v dalším textu uvedeny pouze optimalizační parametry a výsledky optimalizace.

Data v grafu: osa x – první parametr indikátoru Envelopes, osa y - druhý parametr indikátoru Envelopes, velikost zisku je přímo úměrná tmavosti zelené.



Graf 18. Optimalizační hodnoty prvního a druhého parametru indikátoru Envelopes ve strategii Envelopes + ADX Volatilita.

Optimalizace indikátoru ADX Volatility

Optimalizační parametry, maxima a minima optimalizovaných parametrů a optimalizační krok je patrný z obr (Obr. 7). Optimalizovány jsou tedy první a třetí parametr.

Proměnná	Hodnota	Start	Krok	Stop
<input checked="" type="checkbox"/> Prvni_parametr_2	14	2	1	60
<input type="checkbox"/> Druhý_parametr_2	0	0	1	0
<input checked="" type="checkbox"/> Treti_parametr_2	27	0	1	60

Obr. 7. Nastavení optimalizační hodnot indikátoru ADX Volatilita ve strategii Envelopes + ADX Volatilita.

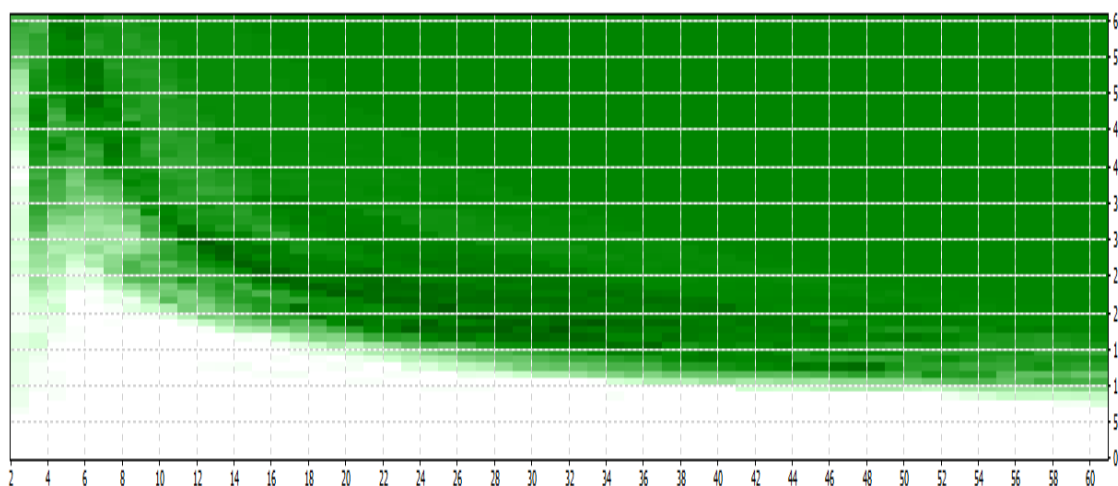
Výsledkem optimalizace je report (Příloha VIII). Zde je nejdůležitější maximum dosaženého zisku – 1.857,- Kč při faktoru zisku 2.06. Je však třeba vybrat v závislosti na třetím parametru (výše volatility, od které je zakázáno obchodování), které je znázorněné na obrázku (Graf 19) na ose y. Tento parametr by neměl být vyšší než 40 (v

závislosti na denní vyhlášené volatilitě trhu a zvolené délky období indikátoru ADX), jinak ochrana proti nastalému trendu na trhu bude téměř vyřazena. Z reportu byl tedy vybrán záznam, jenž dosahuje zisku 1.857,- Kč a faktoru zisku 2.06 při nastavení parametrů:

První parametr: 27

Druhý parametr: 19

Popis grafu: osa x – první parametr indikátoru ADX Volatilita, osa y - třetí parametr indikátoru ADX Volatilita, velikost zisku je přímo úměrná tmavosti zelené.



Graf 19. Optimalizační hodnoty prvního a třetího parametru ADX Volatility ve strategii Envelopes + ADX Volatilita.

Tyto parametry jsou přenastaveny indikátoru ADX Volatility a je následně provedena nová optimalizace vlastností strategie.

Optimalizace vlastností AOS

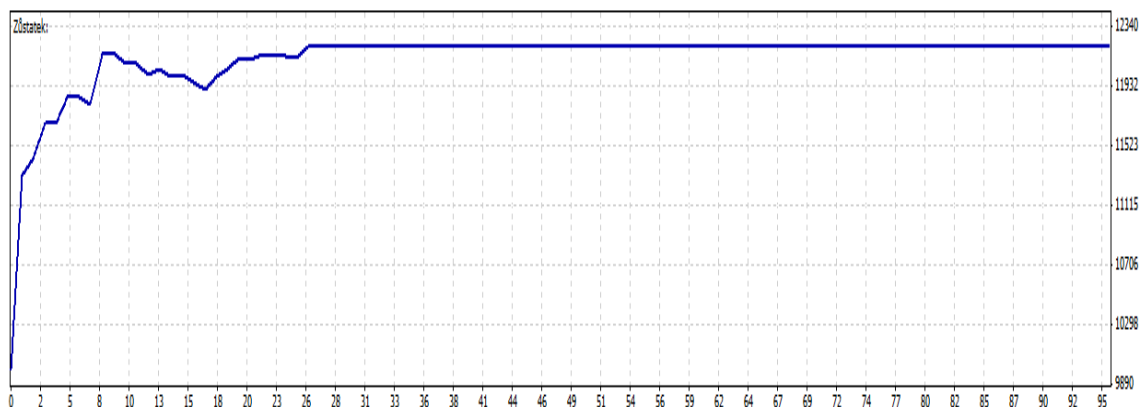
Testované vlastnosti AOS jsou patrné z obrázku (Obr. 8). Tyto vlastnosti jsou na sobě téměř nezávislé, tudíž mohou být testovány samostatně. Ostatní vlastnosti na faktor zisku při současném nastavení nemají vliv.

Proměnná	Hodnota	Start	Krok	Stop
<input checked="" type="checkbox"/> Stop_Ztraty	10	1	1	40
<input checked="" type="checkbox"/> Stop_Zisku	20	1	1	40

Obr. 8. Nastavení optimalizační hodnot vlastností strategie Envelopes + ADX Volatilita

Průběh optimalizace hodnoty vlastnosti *stop ztráty* je znázorněn v grafu (Graf 20). Je zřejmé, že hodnota zisku (osa y) se od 25. testu (osa x) nemění. Z reportu uvedeného v příloze (Příloha IX) je patrné, že testy s pořadovým číslem 25 a výše mají hodnotu stop ztráty rovnu nebo vyšší 30. Přitom čistý zisk se zvýšil na 2.208 Kč při ziskovém faktoru 2.75. Výběr hodnoty je třeba provést s ohledem na fakt, že je vždy vyžadována co nejnižší hranice přijatelné ztráty, proto je vybrána hraniční hodnota 30.

Data v grafu: osa x – hodnota vlastnosti stop ztráta, osa y – výše vytvořeného kapitálu.



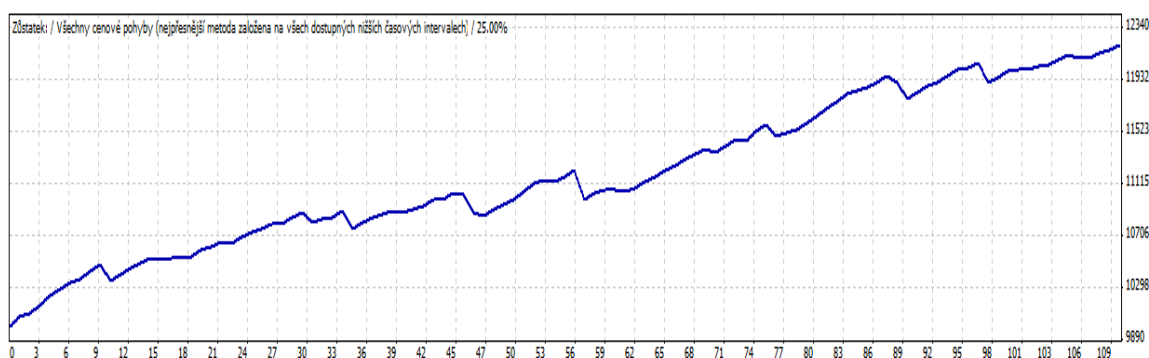
Graf 20. Optimalizace vlastnosti stop ztráty strategie Envelopes + ADX Volatilita

Stejným způsobem po přenastavení zoptimalizované vlastnosti strategie *stop ztráty* na hodnotu 30 je zjištěna optimální hodnota *stop zisku*. Jelikož jsou však touto strategií obchodovány transakce o velmi nízkém zisku, optimalizace od hodnoty 10 pipů postrádá účinku a nižší hodnota než deset by znamenala krácení zisku. Z těchto důvodů není optimalizace této vlastnosti provedena.

Vyhodnocení optimalizace

Původní navržená strategie Envelopes + ADX Volatilita vykazuje zisk 1.550,- Kč při dosaženém ziskovém faktoru 1.82. Po zoptimalizování prvního a druhého parametru indikátoru Envelopes je zisk zvýšen na 1.620,- Kč a faktor zisku navýšen na hodnotu 1.88. Po optimalizaci parametrů indikátoru ADX Volatility je dosažen zisk 1.857,- Kč a faktor zisku 2.06. Po optimalizaci vlastností AOS je tento zisk zvýšen na konečnou hodnotu 2.208,- Kč při ziskovém faktoru 2.75. Průběh výsledného vývoje zoptimalizované strategie je znázorněn na obrázku (Graf 21), z kterého je patrný hladší vzestupný průběh (nižší ztráty) a vyšší celkový dosažený zisk oproti grafu vývoje kapitálu s nezoptimalizovanými parametry (Graf 13). Výsledný celkový report z testu strategie je uveden v příloze (Příloha X) a zoptimalizované nastavení v příloze (Příloha XI).

Data v grafu: osa x – počet realizovaných transakcí, osa y – vytvořený výsledný kapitál.



Graf 21. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie Envelopes + ADX s optimalizovanými parametry

5.2 Strategie potvrzení trendu

Opět lze při dostatečné výpočetní kapacitě užít optimalizaci všech parametrů zároveň, k čemuž je možné použít nastavení indikátorů uvedené v příloze (Příloha XII), které je uvedeno včetně zvolených optimalizačních maxim a minim. V této práci je zvoleno rozdělení optimalizace na části a provedeno v tomto pořadí:

- Optimalizace ADX dlouhého.

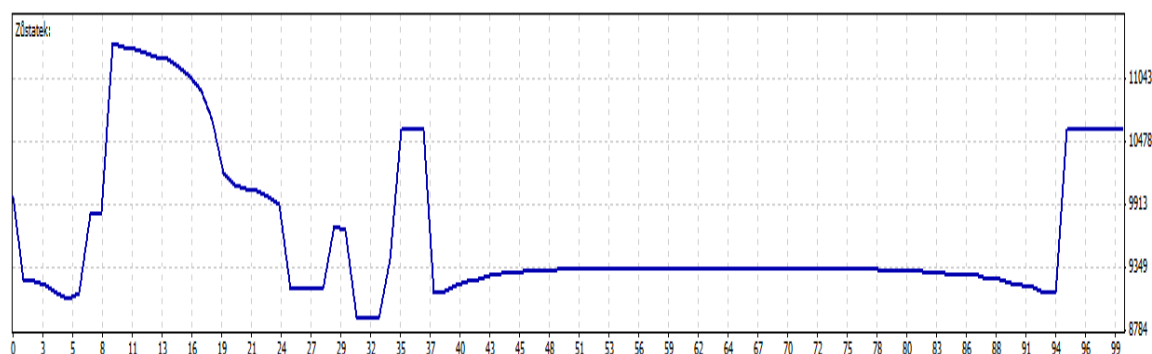
- Optimalizace ADX krátkého.
- Optimalizace Parabolic SAR.
- Optimalizace vlastností AOS.
- Optimalizace vlastností strategie.

Při optimalizaci ADX dlouhého a ADX krátkého je postupováno tím způsobem, že ostatní (neoptimalizované indikátory) jsou deaktivovány a optimalizovanému indikátoru jsou aktivovány vlastnosti *umí otevírat příkazy*, *umí zavírat při zisku*. Čímž se indikátory stávají samostatnými a mohou otevírat a uzavírat transakce, což je důležité pro výsledek optimalizace.

Optimalizace ADX dlouhého

U ADX Trend lze optimalizovat pouze první parametr. Při pohledu na graf (Graf 22) je zřetelné maximum v rozmezí kdy první parametr nabývá hodnot 9 až 16. Zde je důležité zvolit optimalizovaný parametr dále od bodu zlomu. Pokud by byla vybrána hodnota 9, může se velmi lehce stát, že při velmi nízké změně volatility trhu dojde k přeskočení do hodnoty 8 a nižší, kde by byl výsledek záporný. Z těchto důvodů je zvolena hodnota prvního parametru na číslo 14, která již byla standardně přednastavena. Tato optimalizace tedy nepřinesla žádné zlepšení.

Data v grafu: osa x – první parametr ADX dlouhý, osa y – vytvořený výsledný kapitál.

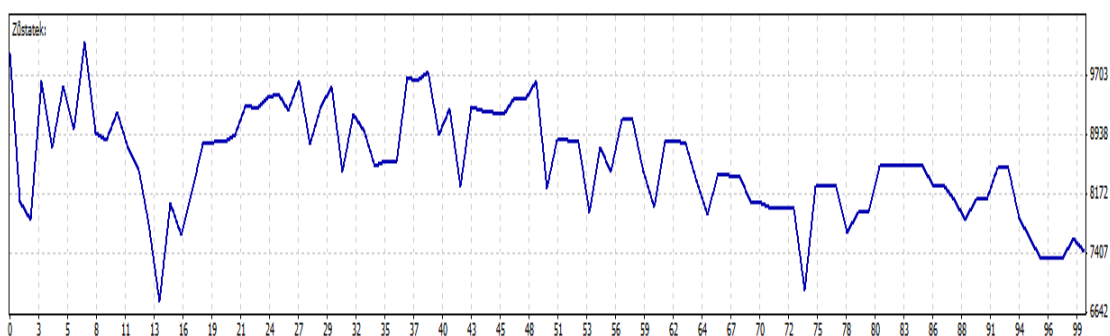


Graf 22. Optimalizace prvního parametru indikátoru ADX dlouhého

Optimalizace ADX krátkého

Zde je opět optimalizován pouze první parametr, kde je ovšem patrné z grafu (Graf 23), že zvolené obvyklé nastavení indikátoru – parametr délky období (první parametr) na hodnotu 14, je v této strategii naprosto nevhodné, jelikož výsledný kapitál uživatele po testu s tímto nastavením dosahuje nejnižší hodnoty vzhledem k ostatním možným hodnotám při jiném nastavení parametru délky období. Výsledný kapitál uživatele po průchodu testem s nastavením délky období na hodnotu 14 činí 6.722,- Kč. Po optimalizaci se jeví nejvhodnější hodnota 25, kde sousední hodnoty nevykazují velký pokles a hodnota zůstatkového kapitálu je rovna 9.387,- Kč.

Data v grafu: osa x – první parametr ADX krátký, osa y – vytvořený výsledný kapitál.



Graf 23. Optimalizace prvního parametru indikátoru ADX krátkého

Optimalizace indikátoru Parabolic SAR

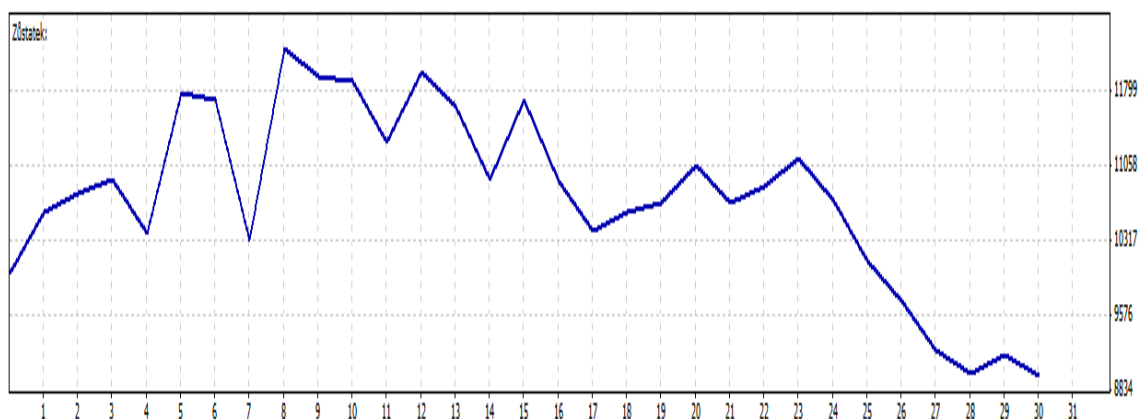
U tohoto indikátoru je možné optimalizovat dva parametry a to první (délka kroku) a druhý (maximální krok). Souběžná optimalizace obou parametrů je však při dané délce testovaného období a již třech aktivních indikátorů ve strategii časově velmi náročná. Z těchto důvodů je upuštěno od optimalizace druhého parametru, který má velmi nízký vliv na výslednou tvorbu kapitálu.

Optimalizace prvního parametru proběhla ve smyslu hledání maxima vytvořeného kapitálu v rozmezí hodnot prvního parametru 0.001 až 0.3 po kroku 0.5.

Hodnota prvního parametru 0.01, která je zvolena jako výchozí před optimalizací, je obsažena v testu číslo 10, přičemž v testu číslo devět je hodnota o 0.05 nižší a v testu 11

je hodnota 0.015 (o 0.05 vyšší). I zde je patrné, že hodnota 0.01 je optimální, jelikož se nachází zhruba ve středu celkem stabilních, (bez vysokých poklesů) profilově lepších výsledků (výsledné velikosti kapitálu). Hodnota 0.01 tedy zůstane nadále hodnotou prvního parametru indikátoru Parabolic SAR.

Data v grafu: osa x – první parametr Parabolic SAR, osa y – vytvořený výsledný kapitál.



Graf 24. Optimalizace prvního parametru indikátoru Parabolic SAR

Optimalizace vlastností AOS

Před optimalizací AOS strategie vykazuje celkové zhodnocení kapitálu výsledných 1.909,- Kč při ziskovém faktoru 1.6. Optimalizace vlastností je provedena postupným způsobem, přičemž se samostatně zoptimalizuje vlastnost *stop ztráty* a po té *minimální zisk při uzavření při zisku*.

Vlastnost *stop ztráty* je optimalizována v rozmezí 5 až 40 při kroku 1. Optimální nalezené hodnoty jsou od 22 výše. Nicméně zde záleží na poměru zvoleného rizika celkové úspěšnosti, proto je zvolena hodnota 22 (nejnižší hranice), čímž se zvýší konečný zisk na 2.150,- Kč.

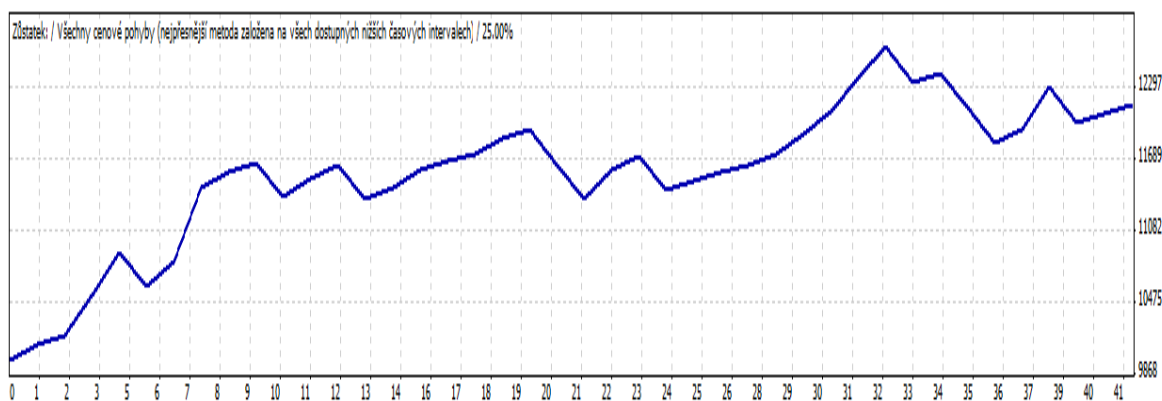
Vlastnost *minimální zisk při uzavření při zisku* je optimalizována v rozmezí hodnot 1 až 20 při kroku 1. Při optimalizaci není nalezeno výhodnějšího nastavení vlastnosti.

Vyhodnocení optimalizace

Zatímco optimalizací ADX dlouhého a Parabolic SAR není nalezeno optimálnějšího nastavení parametrů, optimalizací ADX krátkého indikátoru je zjištěno, že výchozí nastavení indikátoru se nachází v přesně opačném extrému, než který je požadován. Změna prvního parametru z hodnoty 14 na hodnotu 25 při samostatně běžícím indikátoru vytváří výsledný pokles na 9.387,- Kč namísto původní částky 6.722,- Kč. Strategie při neoptimalizovaných parametrech vykazuje zisk 1.423,- Kč, po zoptimalizování ADX krátkého je dosažen zisk 1.909,- Kč při faktoru zisku 1,6. Po zoptimalizování vlastností AOS je dosažen zisk 2.150,- Kč, přičemž výsledný průběh testu strategie je patrný z grafu (Graf 25). Výsledný celkový report z optimalizované strategie je uveden v příloze (Příloha XIV) a optimalizované nastavení v příloze (Příloha XV).

Celkový zisk strategie po optimalizaci je tedy 2.150,- Kč při faktoru zisku 1,75.

Data v grafu: osa x – počet zrealizovaných transakcí, osa y – vytvořený výsledný kapitál.



Graf 25. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie potvrzení trendu s optimalizovanými parametry

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvoření modulu pro automatické obchodování na finančních trzích, který umožní realizaci, testování a optimalizaci vlastní automatické obchodní strategie. Pro sestavení modulu bylo zapotřebí prostudování jazyka MQL4. Zde bylo zjištěno, že hlavním stavebním kamenem jazyka jsou předdefinované proměnné a obchodní funkce. Ty jsou popsány v první kapitole. Podstata modulu spočívá ve vyhodnocení a stanovení jednotné predikce vývoje ceny na trhu na základě implementovaných indikátorů samostatně posuzujících vývoj trhu. Tyto indikátory včetně jejich vnitřního algoritmu a vhodného způsobu užití jsou popsány v druhé kapitole. Z každé skupiny indikátorů byly vybrány hlavní zástupci, což umožňuje uživateli zrealizování téměř jakékoliv vlastní automatické obchodní strategie.

V praktické části byl vytvořen modul pro automatické obchodování na finančních trzích. Modul samostatně obchoduje na základě výběru a nastavení uživatelem zvolených indikátorů. Je možné jej spouštět paralelně na neomezeném množství různých trhů. Na každém z těchto trhů mohou být modulem souběžně realizovány různé automatické obchodní strategie.

Modul umožňuje výběr až deseti indikátorů, které jsou následně zahrnuty do stanovení celkové predikce vývoje trhu. Dle celkové predikce trhu modul vydává obchodní pokyny. Algoritmus celkové predikce vývoje trhu je složen ze samostatných algoritmů implementovaných indikátorů v modulu a vlastností obchodní strategie. Uživatel tedy výběrem indikátorů realizuje svoji vlastní automatickou obchodní strategii. Vybraný indikátor může být vložen do strategie vícenásobně s odlišným nastavením. Indikátorům lze nastavit způsob, kterým ovlivňují celkovou predikci vývoje trhu. Těmito možnostmi různého nastavení dílčích prvků se stává modul široce variabilním nástrojem pro tvorbu automatických obchodních strategií. Problematikou nastavení modulu se zabývá třetí kapitola.

V poslední části této práce byly navrženy dvě automatické obchodní strategie, které byly pomocí modulu zrealizovány, otestovány a optimalizovány. Tyto strategie byly navrženy tak, aby jedna byla vhodná pro nasazení na trendových a druhá na netrendových trzích. Obě strategie v testovaném období vytváří zisk. Optimalizace však vzhledem k množství optimalizovaných parametrů a z toho plynoucí časové náročnosti při

autorových možnostech výpočetní kapacity musela být provedena po částech. Zde nedošlo k nalezení globálních maxim funkcí, ale byla často nalezena lokální maxima. Při dostatku strojového času však lze provést celkovou optimalizaci strategií ze souborů nastavení strategií uvedených v přílohách této práce.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The objective of this bachelor thesis was to create a module for automated trading in financial markets, which would enable the implementation, testing and optimization of your own automated trading strategy. To create the module it was necessary to study the MQL4 language. It was found out that the main building blocks of the language are predefined variables and business functions. These are described in the first chapter. The substance of the module lies in the evaluation and setting a single prediction of the determination of market prices on the basis of implemented indicators assessing the market trends independently. These indicators including their internal algorithm and an appropriate method of use are described in chapter two. Main representatives were selected from each group of the indicators, which allows the user to implement nearly any own automated trading strategies.

In the practical part a module for automated trading in financial markets was developed. The module trades independently on the basis of the selection and setting of indicators selected by the user. It can be run in parallel on an unlimited number of different markets. On each of these markets various automated trading strategies can be implemented in parallel by the module.

The module enables you to select up to ten indicators, which are subsequently included in the determination of the overall prediction of the market development. According to the overall prediction of the market, the module issues trading instructions. The algorithm of the overall prediction of the market development is composed of individual algorithms of indicators implemented in the module and characteristics of the trading strategy. By selecting of indicators, the user implements their own automated trading strategy. The selected indicator can be inserted into a strategy multiply with different settings. It is possible to set a way of influencing of the overall prediction of the market development for the indicators. The possibility of various setting of individual components makes the module a widely variable tool for the creation of automated trading strategies. The issue of setting the module is dealt with in the third chapter.

The last part of this bachelor thesis presents two automated trading strategies that have been implemented, tested and optimized using the module. These strategies were designed so that one of them was suitable for trendy markets and the other for non-trendy markets. Both the strategies make a profit in the test period. However,

optimization had to be made in instalments considering the number of optimized parameters, which was time-consuming due to the author's possibility of computing capacity. Global maxima of the functions were not found, but local maxima were found often. With sufficient computer time, however, it is possible to perform the overall optimization of the strategies from the setup strategies files listed in the Annexes to this bachelor thesis.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *MQL4: automated forex trading, strategy tester and custom indicators with MetaTrader* [online]. 2000-2012 [cit. 2012-01-03]. Dostupné z: <http://mql4.com>
- [2] YOUNG, Andrew R. *Expert advisor programming: creating automated trading systems in MQL for MetaTrader 4*. Nashville, TN: Edgehill Pub, 2010. ISBN 978-098-2645-901.
- [3] FXSTREET. *Server o FOREX tradingu v České republice a na Slovensku* [online]. © 2009 - 2012 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/>
- [4] HÜBNER, Zdeněk. Předdefinované proměnné. In: *FXstreet.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/geafer5-mql4-preddefinovane-promenne.html>
- [5] Trading functions - MQL4 Documentation. In: *MQL4* [online]. © 2000-2012 [cit. 2012-01-12]. DOI: <http://www.mql4.com/>. Dostupné z: <http://docs.mql4.com/trading>
- [6] Definice zadání pokynu a omezovač vstupů do EA (díl 4.). *CZECHTRADER* [online]. 5.2.2012 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.czech-trader.cz/news/definice-zadani-pokynu-a-omezovac-vstupu-do-ea-dil-4/>
- [7] 7. MQL4 - Funkce pro obchodování. In: *FXstreet* [online]. 07.08.2010 [cit. 2012-03-01]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/geafer7-mql4-funkce-pro-obchodovani.html>
- [8] *Forex eBook* [online]. 5.12.2011 [cit. 2012-02-17]. ISBN nepřiděleno. Dostupné z: <http://www.colosseum.cz/forex-ebook.pdf>
- [9] HARTMAN, Ondřej. *Jak se stát forexovým obchodníkem: naučte se vydělávat na měnových trzích*. 1. vyd. Praha: FXstreet, c2009, 230 s. ISBN 978-809-0441-804.
- [10] Forex slovník pojmů. *FXstreet* [online]. © 2009 - 2012 [cit. 2012-01-13]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/forex-slovník-pojmu.html>

- [11] HARTMAN, Ondřej a Ludvík TUREK. *První kroky na FOREXu: jak obchodovat a uspět na měnových trzích*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 120 s. ISBN 978-80-251-2006-4.
- [12] Hlavní strana technické analýzy. *Akcieatrhy* [online]. © 2009 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.akcieatrhy.cz/cz/technicka-analyza-hlavni-strana>
- [13] Parabolic SAR. *Financnik.cz - komodity, akcie, burza, forex* [online]. 17.02.2009 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: http://www.financnik.cz/wiki/parabolic_sar

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADX	Average Directional Movement Index.
AOS	Automatizovaný obchodní systém.
CI	Custom Indicator.
EA	Expert Advisor.
EMA	Exponential Moving Average.
LWMA	Linear Weighted Moving Average.
MA	Moving Average.
MACD	Moving Average Convergence/Divergence.
MFI	Money Flow Index.
OSMA	Moving average of Oscillator.
SMA	Simple Moving Average.
SMMA	Smoothed Moving Average.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Obchodní hodiny v SEČ finančních trhů [8]	47
Obr. 2. Nastavení parametrů AOS	50
Obr. 3. Nastavení vlastností AOS	51
Obr. 4. Výběr a nastavení parametrů indikátorů	54
Obr. 5. Nastavení vlastností jednotlivým indikátorům	55
Obr. 6. Nastavení optimalizačních hodnot indikátoru Envelopes.....	91
Obr. 7. Nastavení optimalizační hodnot indikátoru ADX Volatilita ve strategii Envelopes + ADX Volatilita.	92
Obr. 8. Nastavení optimalizační hodnot vlastností strategie Envelopes + ADX Volatilita.....	94

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Zobrazení supportu.	26
Graf 2. Zobrazení rezistence.	26
Graf 3. Grafický průběh Moving Average	29
Graf 4. Průběh indikátoru ADX.....	32
Graf 5. Průběh indikátoru Parabolic SAR.....	34
Graf 6. Průběh indikátoru MACD	38
Graf 7. Průběh indikátoru OSMA	40
Graf 8. Průběh indikátoru MFI	41
Graf 9. Průběh indikátoru Envelopes.....	43
Graf 10. Průběh indikátoru Awesome	45
Graf 11. Textové výstupy modulu	61
Graf 12. Průběh strategie založené na Envelopes + ADX Volatilita	78
Graf 13. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie Envelopes + ADX Volatilita.....	80
Graf 14. Graf transakcí 84 až 88 strategie Envelopes.....	81
Graf 15. Graf transakcí 84 – 85 strategie Envelopes při užití ADX Volatility.....	83
Graf 16. Průběh strategie potvrzení trendu	87
Graf 17. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie potvrzení trendu.	88
Graf 18. Optimalizační hodnoty prvního a druhého parametru indikátoru Envelopes ve strategii Envelopes + ADX Volatilita.	92
Graf 19. Optimalizační hodnoty prvního a třetího parametru ADX Volatility ve strategii Envelopes + ADX Volatilita.....	93
Graf 20. Optimalizace vlastnosti stop ztráty strategie Envelopes + ADX Volatilita.....	94
Graf 21. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie Envelopes + ADX s optimalizovanými parametry	95
Graf 22. Optimalizace prvního parametru indikátoru ADX dlouhého	96
Graf 23. Optimalizace prvního parametru indikátoru ADX krátkého	97
Graf 24. Optimalizace prvního parametru indikátoru Parabolic SAR.....	98
Graf 25. Vývoj kapitálové hodnoty při užití strategie potvrzení trendu s optimalizovanými parametry	99

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Tabulka významu externích parametrů indikátorů
- P II Tabulka cen aplikovaných do výpočtu Moving average
- P III Časové osy MetaTraderu
- P IV Envelopes nastavení (nastavení strategie .set)
- P V EnvelopesTesterReport (report .htm)
- P VI Envelopes adx nastavení (nastavení strategie .set)
- P VII OptimizationReportEnvelopes (report .htm)
- P VIII OptimizationReportAdx (report .htm)
- P IX OptimizationReportStopZtraty (report .htm)
- P X StrategyTesterEnvelopesADX (report .htm)
- P XI Envelopes ADX optimalizované nastavení (nastavení strategie .set)
- P XII Strategie potvrzení trendu nastavení (nastavení strategie .set)
- P XIII Potvrzení trendu Tester Report (report .htm)
- P XIV Optimization Potvrzení trendu Report (report .htm)
- P XV Strategie potvrzení trendu optimalizované nastavení (nastavení strategie .set)
- P XVI Modul (zdrojový kód .mq4)

PŘÍLOHA P I: TABULKA VÝZNAMU EXTERNÍCH PARAMETRŮ INDIKÁTORŮ (ČÁST 1/3)

<i>Význam Externích parametrů indikátorů</i>										
	ADX Trend	Př:	ADX Volatilita	Př:	Parabolic SAR	Př:	Stochastik	Př:	Moving Average	Př:
Číslo indikátoru	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
Časová osa	viz. tab. časová osa	15	viz. tab. časová osa	15	viz .tab. časová osa	15	viz. tab. časová osa	15	viz. tab. časová osa	15
První parametr	Délka období z kolika předchozích hodnot (svící) je počteno	67	Délka období z kolika předchozích hodnot (svící) je počteno	14	Step - krok	0.00 14	%K délka období perioda modré (posuzované) linie	5	Délka období z kolika předchozích hodnot (svící) je počteno	14
Druhý parametr			Povol od spodní hranice zóny povolení zadávání příkazů	32	Maximum maximální krok	0.2	%D délka období perioda červené (nedůležité) linie	3	Posunutí	0
Třetí parametr			Povol do vrchní hranice zóny povolení příkazů				Zpomalení	3		
Čtvrtý parametr							Zóna otevření příkazu OD	15		
Pátý parametr							Zóna otevření příkazu DO	25		
Šestý parametr							Zóna zavření příkazu OD	70		
Sedmý parametr							Minimální bod zóny otevření kterým musí stochastik projít v přechozích 100 hodnotách	15		

PŘÍLOHA P I: TABULKA VÝZNAMU EXTERNÍCH PARAMETRŮ INDIKÁTORŮ (ČÁST 2/3)

<i>Význam externích parametrů indikátorů</i>										
	ČAS	Př:	AWESOME	Př:	MACD	Př:	Envelopes	Př:	Počet transakcí	Př:
Číslo indikátoru	6		7	7	8	8	9	9	10	10
Časová osa	-----	-----	viz. tab. časová osa		viz. tab. časová osa		viz. tab. časová osa	60		
První parametr	Počátek obchodování od kolika hodin je povoleno obchodovat	14	Posunutí - 1 znamená počteno jen s uzavřenými cenami	1	Posunutí - 1 znamená počteno jen s uzavřenými cenami	0	Délka období z kolika předchozích hodnot (svíci) je počteno	25	Maximální počet transakcí , které smí modul provést	1
Druhý parametr	Doba povoleného obchodování kolik hodin je povoleno obchodovat od počátku obchodování	3					Odchylka	0.65		
Třetí parametr							Šířka otevíracího (zavíracího) pásma (tloušťka čáry)			

PŘÍLOHA P I: TABULKA VÝZNAMU EXTERNÍCH PARAMETRŮ INDIKÁTORŮ (ČÁST 3/3)

<i>Význam Externích parametrů indikátorů</i>				
	MFI	Př:	OSMA	Př:
Číslo indikátoru	11	11	12	12
Časová osa	viz. tab. časová osa	1	viz. tab. časová osa	1
První parametr	Délka období z kolika předchozích hodnot (svíci) je počteno	14	Posunutí 1 značí počteno jen s uzavřenými cenami	1
Druhý parametr	Hranice překoupena	80		
Třetí parametr	Hranice přeprodána	20		

PŘÍLOHA P II: TABULKA CEN APLIKOVANÝCH DO VÝPOČTU MOVING AVERAGE [1]

<i>Ceny aplikované do výpočtu Moving Average</i>		
Konstanta	Hodnota	Význam
PRICE_CLOSE	0	Zavírací cena
PRICE_OPEN	1	Otevírací cena
PRICE_HIGH	2	Nejvyšší cena
PRICE_LOW	3	Nejnižší cena
PRICE_MEDIAN	4	Průměrná cena $(high+low)/2$.
PRICE_TYPICAL	5	Typická cena $(high+low+close)/3$
PRICE_WEIGHTED	6	Vážená cena $(high+low+close+close)/4$.

PŘÍLOHA PIII: ČASOVÉ OSY METATRADERU

<i>Časové osy MetaTraderu</i>		
Hodnota externí proměnné	Název časové osy v MetaTraderu	Název grafu
1, 5, 15, 30	M1, M5, M15, M30	Minutový
60	H1	Hodinový
240	H4	4 hodinový
1440	D1	Denní
10080	M1	Týdení
43200	MN	Měsíční