

Tallinna Ülikool
Informaatika instituut

Automatiseeritud kauplemissüsteemi optimeerimine
FOREX-turu näitel

Bakalaureusetöö

Autor: Hardo Lass
Juhendaja: Jaagup Kippar

Autor: „2014
Juhendaja: „2014
Instituudi direktor: „2014

Tallinn 2014

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev bakalaureusetöö on minu töö tulemus ja seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....
(kuupäev)

.....
(autor)

Sisukord

Sissejuhatus.....	5
1.Mis on Forex?.....	6
2.Millal kaubelda?.....	8
2.1.Kauplemisessioonid.....	8
2.1.1.Sydney sessioon.....	9
2.1.2.Londoni sessioon.....	9
2.1.3.New Yorgi sessioon.....	10
2.2.Nädalapäevad.....	10
2.3.Parim aeg kauplemiseks.....	11
2.4.Halvim aeg kauplemiseks.....	11
3.Turuanalüüsi tüübid.....	12
3.1.Tehniline analüüs.....	12
3.2.Fundamentaalne analüüs.....	12
3.3.Sentimentaalne analüüs.....	13
4.Kauplemisplaani.....	14
4.1.Milleks vajalik?.....	14
4.2.Kauplemisplaani ja -süsteemi erinevus.....	14
4.3.Riskihaldus.....	15
4.3.1.Rahastatus.....	15
4.3.2.Drawdown.....	17
4.3.3.Võidu / riski suhe ehk Reward-to-Risk Ratio.....	17
4.4.Kauplemissüsteem.....	19
4.4.1.Positsiooni suuruste määramine.....	19
4.4.2.Kauplemissüsteemi loomise 6 etappi.....	19
4.4.3.Kauplemissüsteemi testimise 3 etappi.....	20
5.Päeviku pidamine.....	21
6.Automatiseeritud kauplemine.....	22
7.Kauplemisstrateegia loomise protsess.....	23
8.Strateegia formuleerimine.....	24
8.1.Strateegia elemendid.....	24
8.2.Strateegia.....	24
9.Spetsifitseerimine testitavale kujule.....	26
9.1.Võimalikud probleemid kasutades Metatrade 4 platvormi.....	26
10.Esmane testimine.....	28
10.1.Testimine.....	28
10.2.Reeglite ja filtrite kalkulatsiooni kontroll.....	29
10.3.Reeglite ja filtrite käitumise kontroll.....	30
10.4.Esmane ülevaade tootlikkusest.....	31
10.5.Esmane ülevaade robustsusest.....	31
11.Optimeerimine.....	32
11.1.Optimeerimisvahemik, standardviga ja vabadusaste.....	32
11.2.Optimeeritavad parameetrid.....	34
11.3.Optimeerimisparameetrite vahemikud ja sammud.....	34
11.4.Objektiivne funktsioon ehk hindamismeetod.....	35
11.5.Geneetiline algoritm.....	36
11.6.Optimeerimisvalikud.....	37

11.7. Optimeerimistulemuste profiilid.....	40
11.8. Optimeerimistulemused.....	41
12. Walk-forward analüüs.....	43
12.1. Walk-Forward Efficiency.....	43
13. Strateegia võrdlemine alternatiividega.....	45
14. Strateegia kauplemine.....	46
14.1. Reaalaja ja testperioodi kauplemisjõudluse hindamine.....	46
15. Täiustamine ja areng.....	48
Kokkuvõte.....	49
Summary.....	51
Kasutatud kirjandus.....	52
Lühendid ja mõisted.....	55
Lisa 1: funktsioonid.....	57
Lisa 2: indikaatorid.....	58
Lisa 3: automatiseeritud kaupleja.....	60
Lisa 4: tööle lisanduvate kaustade ja failide loetelu.....	63

Sissejuhatus

Siinse töö autori seminaritöö eesmärgiks oli anda põgus ülevaade Forex turul kauplemise vahenditest ning luua automatiseeritud kaupleja vastavalt eelnevalt välja mõeldud strateegiale. Kahjuks ei osutunud valitud strateegia piisavalt heaks või oli valitud vale ajatelg, ning positiivsed tulemused jäid seetõttu saamata.

Kuna autori huvi ei ole selle valdkonna vastu kahanenud ja ajaga on kogunenud ka mõningal määral kogemust nii koodi kirjutamise kui reaalse kauplemisega, siis antud tööga astub ta jälle sammukese lähemale vabale maailma, õppides finantsvahendite kasutust ja tekitades seeläbi lisasissetuleku võimaluse.

Oma bakalaureusetöö esimeses pooles annab autor ülevaate Forex turul kauplemiseks vajalikest teadmistest ning teisel poolel keskendub automatiseeritud kaupleja optimeerimisprotsessidele, kasutades selleks Metatraderi (Forex turul kauplemise programm) vahendeid. Töö käigus kirjeldatakse probleeme, millega tuleb silmitsi seista ning pakutakse lahendusi nende ületamiseks.

Antud bakalaureusetöö eeldatav tulemus on töötav ja optimeeritud automatiseeritud kaupleja, mis on valmis kauplemiseks realsel turul. Töö lõpptulemusena peaks see sisaldama piisavalt informatsiooni asjalikele lugejatele, kes saavad hakkama lihtsamat sorti programmeerimisega, soovivad ennast antud valdkonnaga rohkem kurssi viia ning ei karda ees ootavaid väljakutseid Forex maailmas.

1. Mis on Forex?

Forex on lühend väljendist *foreign exchange*, mille all peetakse silmas rahvuslike valuutade vahetuskurssidesse või hindadesse investeerimist. Tegemist on globaalse pankadevahelise määratud kursiga valuutavahetusturuga, kus kaubeldakse 24 tundi ööpäevas ja 5 päeva nädalas. Kõige aktiivsem on turg USA sessiooni avamise ja Euroopa sessiooni sulgemise vahel, mis langeb ajavahemikku 13:00 kuni 17:00.

Forex turu maht moodustab kuni üle 5 triljonit dollarit päevas, mis ületab kümneid kordi kogu USA väärtpaberiturgude päevase kauplemise mahu. Umbes 95% kogu turu mahust moodustab kauplemine kasu saamise eesmärgil.

Kauplemise põhimõtted on sama lihtsad nagu igal teisel turul, ostate valuutat (pikk positsioon), kui selle hind on madal ja müüte, kui hind on kõrge. Teise variandina on võimalik kõigepealt müüa kalli hinnaga laenatud kogus valuutat ja hiljem odavama hinnaga tagasi osta. Sellist tehingut nimetatakse müügiks või lühikeseks positsiooniks. Tehingud on alati kaheosalised, kus kõigepealt toimub positsiooni avamine ja hiljem sulgemine.

Kauplemine ise võib ju lihtne olla, aga selleks et avada Forex turul positsioon (avatud tehing), peab investori käsutuses olema vähemalt 100000 ühikut mingit kindlat valuutat. Võimaldamaks väikeinvestorite kaasamist, võeti kasutusele nn *margin* (tagatis) kauplemise põhimõte, mis tähendab, et tehingu sooritamiseks peab potentsiaalne turul osaleja üle kandma ainult osa kogu lepingusummast, mis ongi margin ehk garantiideposiit. Selline kauplemissüsteem võimaldab kontrollida rahasummasid, mis ületavad kuni 500 korda esialgset investeeringut.

Tänu sellele eripärale on Forex turg erainvestorite jaoks üks riskantsemaid. Kuna iga tehingu võimendus on niivõrd suur, siis ei tähenda see mitte ainult suurte summade teenimist väga väikese hinnakõikumise korral, vaid ka samasuuri kaotuseid. Hea näitena võimenduse mõjust saab kasutada maja ostmist, mille puhul esmane sissemakse on enamasti 10-20% kogusummast. Kui osta maja, mille väärtus on 100000\$ ja sissemakse 20000\$, siis aitab pank puuduoleva osa katmisega läbi pangalaenu. Kuue kuu pärast, kui maja hind on tõusnud 120000\$, maja maha müües, on omakapital kahekordistunud. Paraku on sama ka langusega, kui hind langeb 80000\$ peale ja ostja on sunnitud maja maha müüma, siis on ta ilma ka rahast, mis sissemaksuks läks. Tööpõhimõte Forex turul on just selline, aga võimalus on kaubelda rahasummadega, mis ei ületa enam 5 korda investeeringut, vaid 500 korda.

Viimastel aastatel on Forex üks kõige kiiremini kasvavaid finantsvaldkondasid, mistõttu seda ka

Euroopa Liidu poolt hoolikalt jälgitakse ja turg on rangelt reguleeritud. Forexi kiire kasvu üks põhjus on tarkvara areng, mis on tekitanud kauplemises pöördelisi uuendusi. Tehingute teostamine on lihtsam, kiirem ja kauplejad omavad head ülevaadet turust. (Lass, 2012)

2. Millal kaubelda?

2.1. Kauplemissessioonid

Forex turg on aktiivne 24 tundi ööpäevas. Nädal avatakse Sidney sessiooniga ja suletakse alles reedel New York sessiooniga, kusjuures igas päevas on 6 sessiooni, mis käiakse järjest läbi ja niimoodi kõigil viiel päeval nädalas, ilma et turg seisma jääks (vt tabel 1). Need 6 sessiooni tekitavad olukorra, kus kauplemine ei peatu isegi pühade ajal, kuna igal maal on pühad eri aegadel ja isegi kui pannakse kinni üks turg, teevad oma tööd edasi teised turud.

Ametlikult ei ole ühtegi kindlat päeva ega kellaaega kokku lepitud, millal turg peaks avatama, aga üldiselt on selleks olnud aeg, kui Uus-Meremaal avatakse esmaspäeva hommikul esimene finantsasutus Wellington, kohaliku aja järgi.

Kõigil sessioonidel on oma lahtiolekuajad ja vastavad selle riigi tööaegadele, kus sessioon avatakse. Niimoodi tekib 24 tunnine ring, kus osad sessioonid omavahel kattuvad ja kauplemine toimub mitmel sessioonil korraga.

Väga raske on teenida raha turul, kus kaupa ei liigu. Sama kehtib ka Forex turu kohta ja tähendab, et mida rohkem on kauplemist, seda suurem võimalus on teenida. Seepärast on ka kõige paremad kauplemise ajad just kattuvusaladel, kus mitu turgu korraga on lahti.

Tabel 1. Sessiooni ajad

Forex turu keskus	Ajatsoon	Avatakse (EST)	Suletakse (EST)
Sydney Austraalia	Austraalia/Sydney	17:00	02:00
Tokyo Jaapan	Aasia/Tokyo	19:00	04:00
Singapore Hong Kong	Aasia/ Hong Kong	21:00	06:00
Frankfurt Saksamaa	Euroopa/Berliin	02:00	11:00
London Inglismaa	Euroopa/London	03:00	12:00
New York Ameerika Ühendriigid	Ameerika/New York	08:00	17:00

Üldiselt räägitakse kolmest suurest sessioonist, millest esimene on Aasia sessioon ehk Sydney, teine

on Euroopa sessioon ehk London ja kolmandaks Ameerika sessioon ehk New York. (*Trading Sessions*)

2.1.1. Sydney sessioon

Sellel sessioonil tehakse umbes 21% kõigist turu päevastest tehingutest. Peamisteks kauplemisekeskusteks on Wellington, Uus-Meremaa; Sydney, Austraalia; Tokyo, Jaapan; Hong Kong ja Singapur. Kõige rohkem kaubeldakse sellel sessioonil valuutapaaridega, mille kohta levib enim uudiseid ja informatsiooni, ehk siis just Uus-Meremaa, Austraalia ja Jaapani rahad on esindatud enamuses tehingutes. Põhiline fookus on just Jaapani jeenil (JPY) ja sellega seotud valuutapaaridel (USDJPY, EURJPY ja AUDJPY).

Tihti peale on sellel sessioonil kauplemise likviidsus niivõrd madal, et valuutapaarid ei moodusta korralikke trende ja hinnad liiguvad kindlates tsoonides, tekitades päevakauplejatele soodsa keskkonna. Samas on ka olukordi, kus madala likviidsuse tõttu võrreldakse kauplemist lausa kalastamisega. (*Tokyo Session*)

2.1.2. Londoni sessioon

Kui Aasia kauplemisspäev on jõudnud poolele teele, hakkavad Euroopa finantsasutused järgemööda avanema ja Forexi turg saab sisse uue hoo. Üle 50% kogu päevasest kauplemisest toimub sellel sessioonil. 2004 aasta uuringute andmetel kuulub kogu päevasest turust 1/3 Londoni alla.

Londoni sessioon algab siis, kui Sydney sessioon veel käib ja lõpeb kui New Yorgi sessioon on tuurid üles saanud, mis tähendab, et praktiliselt terve Londoni sessiooni ajal on turul tuurid põhjas (kõrge likviidsus ja odavad tehinguhinnad).

Kuna likviidsus on sellel sessioonil kõrge, siis algavad enamus turu trendidest sellel sessioonil ja lõppevad kui New Yorgi sessioonil on pool teed käidud.

Keset sessiooni on enamasti vaikusehetk, kus kauplejaid on läinud lõunale või teevad puhkepausi enne New Yorgi sessiooni algusest.

Kuna see sessioon on nii likviidne, siis kaubeldakse kõigi valuutapaaridega, kuid enamlevinud on põhipaaride alla kuuluvad EURUSD, GBPUSD, USDJPY ja USDCHF. (*London Session*)

2.1.3. New Yorgi sessioon

Seoses Londoni sessiooni kattuvusega on New Yorgi sessiooni volatiilsus väga kõrge. Enamus suuri ja tähendusrikkaid päevaseid liikumisi toimub nende kahe sessiooni vahetumise ajal.

New Yorgi sessioon algab kell 8:00 (EST) ja Ameerika Ühendriikide majandusandmed väljastatakse kell 8:30 (EST) ning 85% valuutapaaridest, millega sellel sessioonil kaubeldakse, sisaldavad USD. Põhiline osa tehingutest toimub just ajal kui väljastatakse majandusandmed ja hiljem, kui London enda ukseid kinni paneb, rahuneb maha ka New Yorgi sessioon. (*New York Session*)

2.2. Nädalapäevad

Nagu eelnevalt välja tuleb, on kõige aktiivsem aeg kauplemiseks Londoni sessioon. Samas ei ole see ainuke näitaja ja erinevatel nädalapäevadel on samuti kalduvus mõjutada turu likviidsust ja volatiilsust. Allolev tabel annab ülevaadet suuremate valuutapaaride keskmisest liikumisest erinevatel nädalapäevadel pipsides.

Tabel 2. Valuutapaaride liikumised nädalapäevadel (pipsides)

Valuutapaar	Pühapäev	Esmaspäev	Teisipäev	Kolmapäev	Neljapäev	Reede
EURUSD	69	109	142	136	145	144
GBPUSD	73	149	172	152	169	179
USDJPY	41	65	82	91	124	98
AUDUSD	58	84	114	99	115	111
NZDUSD	28	81	98	87	100	96
USDCAD	43	93	112	106	120	125
USDCHF	55	84	119	107	104	116
EURJPY	19	133	178	159	223	192
GBPJPY	100	169	213	179	270	232
EURGBP	35	74	81	79	75	91
EURCHF	35	55	55	64	87	76

Nagu tabelist näha, siis ilmselt on kõige parem aeg kauplemiseks kesknädal, kuna enamus tegevusest leiab aset just siis.

Reeded on tavaliselt aktiivsed kuni 12:00 (EST) ja peale seda on turg praktiliselt surnud seisus kella 17:00 (EST) kuni turg kinni pannakse. (*Best Days of the Week to Trade*)

2.3. Parim aeg kauplemiseks

- 2 sessiooni kattumise ajal
- Londoni sessioon, kuna see on kõige aktiivsem
- Kesknädal (teisipäev – neljapäev), kuna sellel ajal toimub enamasti nädala suurem osa hindade kõikumistest.

(Best Days of the Week to Trade)

2.4. Halvim aeg kauplemiseks

- Pühapäev – kõik magavad ja naudivad nädalavahetust
- Reeded – likviidsus kahaneb, kui Londoni sessioon kinni pannakse ja turg võib käituda sellel ajal väga ettearvamatult. Paljud kauplejad sulgevad tehingud, et vältida nädalavahetusega tekkivaid üllatusi.
- Pühad – kõigil on pühad
- Suured uudispommid – turg käitub ettearvamatult ja risk on kaotada suurtes kogustes raha.

(Best Days of the Week to Trade)

3. Turuanalüüsi tüübid

Tehingute sooritamiseks ja strateegia paika panekuks kasutavad kauplejad kolme tüüpi analüüsi.

1. Tehniline analüüs
2. Fundamentaalne analüüs
3. Sentimentaalne analüüs

Parima tulemuse saamiseks peaks iga kaupleja kasutama neid kõiki ja leidma temale kõige paremini sobiva kesktee. Jättes tähelepanuta ühe valdkonna, võib see tähendada suuri kaotusi, kuna puudub vajalik ülevaade informatsioonist. (*The Big Three*)

3.1. Tehniline analüüs

Tehniline analüüs on meetod turu hindade liikumiste ennustamiseks tulevikus, kasutades selleks ajaloolisi hindasid.

Kogu tehnilise analüüsi olemus tugineb ideel, et turu hinnad sisaldavad juba väliste tingimuste mõju ja hinnaliikumine kipub ennast ajas kordama, kuna kauplejad ja investorid käituvad tänu inimpsühholoogia sarnasustele kollektiivselt sama mustriga järgi. (*Tehniline analüüs*)

3.2. Fundamentaalne analüüs

See on peamiste majandusnäitajate ja riigi arengufaktorite analüüsimine ning hindamine, mille eesmärk on kindlaks määrata valuuta õige hind võrreldes antud turuhinnaga ja jõuda selgusele, kas valuuta on üle- või alahinnatud.

Majanduse fundamentaalse analüüsiga tegelevad spetsiaalsed ettevõtted ja instituudid, kus tehakse kindlaks ja koondatakse erinevaid majandusearengu näitajaid ning arvestatakse nende vastastikust mõju maailmamajanduse arengu tendentsidele. Investorile võib selline analüüs käia üle jõu, kuna see on väga tömahukas ning vastav informatsioon peaaegu kättesaamatu.

Seoses sellega on enamike väikeinvestorite praktika fundamentaalses analüüsis ekspertide hinnangu kasutamine. Nende hinnangute kõrvutamise avaldatud faktiliste andmetega ongi aluseks kauplemisotsuste tegemisel.

Fundamentaalse analüüsi kasutamine valuutaturul: uuritakse rahvusvahelisi majandus-, finants- ning poliitilisi faktoreid, nende omavahelisi seoseid ja mõju valuutakursside käitumisele. Nii on võimalik näha seda, mida graafikult ei näe. (*Mis on Forex? Fundamentaalanalüüs*)

3.3. Sentimentaalne analüüs

Kuna igal kauplejal on oma arusaam, kuidas turg peaks käituma, siis võib öelda, et invidiidid, kes parasjagu kauplevad, omavad mingit tunnetust turu suhtes. Kõik mõtted ja arvamused väljenduvad omakorda tehingutes, mis formuleerib üleüldise turutunnetuse.

Sentimentaalne analüüs üritabki kindlaks teha turu hetkelist tunnetust, ehk kas enamus kauplejad on meelestatud langusele või tõusule mingi valuutapaari suhtes. (*Sentiment Analysis*)

4. Kauplemisplaan

Kauplemisplaan määrab, mida, millal, miks ja kuidas midagi tegema peaks. Jutt ei käi ainult tehingu avamisest ja sulgemisest vaid kõikvõimalikest rutiinidest, mida kaupleja igapäevaselt läbi peaks viima.

Kauplemisplaan on individuaalne organiseeritud plaan kauplemissüsteemi rakendamiseks, mis on koostatud turuanalüüsi põhjal, võttes arvesse riskihaldust ja isikupsühholoogiat.

Ükskõik kui hea ka plaan ei ole, kui seda ei järgita, siis see ka ei tööta. Kauplejad, kes järgivad plaani kindla distsipliiniga, on edukad aastast aastasse. Nad võivad isegi suurema osa ajast teha kaotavaid tehinguid ning sellegipoolest olla kasumlikud. Seda põhjusel, et nad järgivad distsiplineeritud oma plaani. (*What is a Trading Plan*)

4.1. Milleks vajalik?

Kauplemisplaani järgimine aitab vältida kauplemisvigu ja vähendada kaotusi. Kauplejate seas on levinud ütlus „If you fail to plan, then you've already planned to fail.“

Kauplemisplaan eemaldab halvad otsused, mis tehakse emotsionaalsest pingest kauplemise käigus. Enamasti kaotatakse raha emotsioonidest tulenevate irratsionaalsete otsuste tõttu ja selliste tehingute minimeerimiseks on kõige parem viis panna oma plaani kõikvõimalikud turutingimused ning nendele vastav käitumine ja loomulikult hiljem ka järgida enda plaani.

Kauplemisplaan on teejuht, mis aitab määratleda, kus sa parasjagu viibid ja kas sa liigud õiges suunas. See on raamistik, millele saab toetuda igal pingelisel ja emotsionaalselt tasakaalutul hetkel. Piisab lihtsalt plaani üle vaatamisest ja tegutsemisest vastavalt plaanile.

Kui kauplemine läheb vastupidiselt kõikidele ootustele ja raha kaob kontolt iga tehinguga, siis tänu plaani olemasolule saab olla ainult üks probleem kahest: kas viga on kauplemisplaanis või ei peeta kauplemisplaani reeglitest kinni. Enamasti ei peeta kinni kauplemisplaanist. (*Why Do you need Trading Plan*)

4.2. Kauplemisplaani ja -süsteemi erinevus

Kauplemissüsteem kirjeldab, millistel tingimustel avada tehinguid ja millistel sulgeda. See on osa kauplemisplaanist, mille juurde kuuluvad veel analüüsid, riskihaldus ja palju muud. Kuna turg on pidevas muutumises, siis enamasti on heal kauplejal rohkem kui üks süsteem kauplemisplaanis.

Lühidalt öeldes on kauplemissüsteem osake kauplemisplaani, mis määrab ära kõik tegevused, mida plaani koostaja on endale määranud. (*What is a Trading Plan*)

4.3. Riskihaldus

See on ilmselt kaupleja jaoks kõige olulisem peatükk, mida kõige vähem arvesse võetakse. Enamasti soovitakse kiirelt rikkaks saada ja seetõttu ei arvestata kogu konto suurust. Kõhutunde järgi määratakse summa, mida ollakse valmis kaotama ühe tehinguga ja minnakse kauplema. Sedasorti kauplemist nimetatakse hasartmänguks, kuna puuduvad kapitalihalduse reeglid. Niimoodi kaubeldes ei pöörata tähelepanu pikaajalisele sissetulekule investeringult vaid oodatakse peavõitu.

On olemas mängurid ja kasiinod. Iga mingi aja tagant võidab keegi mänguritest peavõidu ja röövib sellega kasiinolt suure summa raha. See peavõit ei tee kasiinot vaeseks, kuna ta teab, et teenib iga teise mänguri pealt, kes parasjagu ei võida, keskmiselt 5% kasumit. See ületab suuresti peavõiduga kaotatud summa.

Kasiinod on lihtsalt väga rikkad statistikud. Nad teavad, et olenemata individuaalidest, kes võivad peavõite, on pikas perspektiivis ikka nemad need, kes raha teenivad.

Selleks, et olla pikas perspektiivis võitja, järgitakse reegleid, mis aitavad üle elada langusperioodid ja võita maksimaalselt teistel perioodidel. Need reeglid võib jagada kolme gruppi, milleks on rahastus, langusperioodid ning võidu/riski suhe.

Neid kolme gruppi omavahel kombineerides on võimalik hoida ennast kasiinodest statistikute kombel positiivsena. (*What is Risk Management*)

4.3.1. Rahastatus

Enamus kauplejatest sureb välja alarahastatuse tõttu.

„It takes money to make money!“ , ehk siis raha tegemiseks on vaja raha. See levinud ütlus, sobib sellesse keskkonda eriti hästi.

Lisaks sellele, et raha tegemiseks läheb raha vaja, peab see raha olema kasutatav. Kauplemiseks kasutatav raha ei tohi kunagi võtta kauplejalt seljast riideid ega peakohalt katust. Kui kaotatakse raha kaubeldes Forex turul, siis ei tohi see mõjutada kuidagi kaupleja igapäevast elu. See peab olema raha, mida ta võib kaotada, ilma et elukvaliteet sellest mingilgi moel muutuks.

See, kui suur summa alguses võetakse kasutusele, sõltub kaupleja võimalustest ja teenusepakkujast ning on erinev igale indiviidile. Mõned teenusepakkujad võimaldavad kauplema minna juba 10 või

100 dollariga, kuid see ei tähenda, et see oleks mõistlik.

Väikese ülevaate protsentidest leiab tabelist 3, kus on välja toodud kaotatud kapitali suurus protsentides ning sellele vastav protsent, mis tuleb tagasi võita, et jõuda enne kaotuste seeriat omatud summani. Kui näiteks arvel on 1000\$ ja sellest kaotatakse 30%, siis jääb alles 700\$. Selleks, et nüüd tagasi võita 300\$ ja jõuda samale tasemele, kus oldi enne langust ehk 1000\$ tasemele, tuleb võita 43% .

$$700\$ * 43\% + 700\$ = 1001\$$$

Tabel 3. Ülevaade protsentidest, mis kaotatud summa puhul tuleb tagasi võita, et jõuda langusperioodi alguses omatud summani.

Kapitalikaotus	Vajalik % jõudmaks tagasi algpunkti
10%	11%
20%	25%
30%	43%
40%	67%
50%	100%
60%	150%
70%	233%
80%	400%
90%	900%

Miinumsumma, millega kaubelda, sõltub juba kauplemisplaanist tervikuna. Võimalikke arvutusviise miinumsumma teada saamiseks on mitmeid ja sõltuvad need enamasti kaupleja riskitaluvusest. Absoluutse miinimumi leidmiseks peaks kasutama strateegia testimise käigus leitava maksimaalse languse väärtust ja liitma sellele esialgse kaubeldava summa.

Vajalik kapital = algsumma + maksimaalne langus

$$VK = 1000 \text{ €} + 400 \text{ €}$$

(Don't Lose Your Shirt)

4.3.2. Drawdown

Kui kauplejal on arvel 100 000 € ja ta kaotab sellest 50 000, siis tema kaotus on 50%. Seda 50% nimetatakse *drowdowniks*.

Drawdown on kapitali vähenemine peale kahjumlike tehingute seeriat. Tavaliselt märgitakse seda protsentides ja arvutatakse, võttes kapitali summas arvesse eelmist kõrgeimat kapitali väärtust ning sellele järgnevat madalaimat väärtust.

Kauplemises otsitakse alati eelist ja head kauplemissüsteemi. Kauplemissüsteem, mis on kasumlik 70% juhtudest ei tähenda, et iga 10 tehingu kohta võidetakse 7. Süsteem ise võib olla suurepärane ja kasumlik, aga võib ka juhtuda, et kõik need 30% kahjumlikest tehingutest tulevad järjest, mis võib vale rahahalduse korral süüa ära kogu raha või enamuse sellest. Kui peale 30% kahjumlike tehinguid ehk *drawdowni* on veel kontrol mingit kapitali alles, siis ei pruugi olla 70% kasumlikest tehingutest piisav, et teenida tagasi kaotatud osa. Seepärast ongi nii oluline roll kapitalihaldusel.

Isegi professionaalsed pokkerimängijad, saavad iga mingi aja tagant tunda suuri kaotuseseeriaid, aga vaatamata sellele püsivad nad ikka mängus ja teenivad raha. Nad teavad, et kaotused on osa mängust ja mängus püsimiseks tuleb võidelda nende vastu õige kapitalihaldusega. Selle asemel, et panna mängu kogu oma raha, mängivad nad väikese osaga oma kapitalist, samal ajal teenides ja elades üle *drowdownid*. (*Drawdown and Maximum Drawdown*)

4.3.3. Võidu / riski suhe ehk Reward-to-Risk Ratio

Üks meetod, kuidas suurendada võiduvõimalusi, on kaubelda juhtudel, kui potentsiaalse võidu suurus on 3 korda suurem riskist. Kaubeldes 3:1 võidu/riski suhtega, on tõenäosus pikas perspektiivis jääda kasumisse märksa suurem.

Tabel 4. Võidu / riski suhe (€)

10 tehingut	Kaotus	Võit
1	1000	
2		3000
3	1000	
4		3000
5	1000	

6		3000
7	1000	
8		3000
9	1000	
10		3000
KOKKU	5000	15000

Tabelist 3 võib välja lugeda, et kaubeldes süsteemiga, mis on kasumlik ainult 50% juhtudest on 3:1 võidu/riski suhtega võimalik siiski kasumisse jääda. Kaotatud raha on selle näite puhul 5000 € ja võidetud summa 15000 €, mis annab meile 10000 € suuruse kasumi.

Kuigi kõrge võidu/riski suhe annab paremad võimalused ellu jäämiseks ja kasumi teenimiseks, ei tähenda, et sellist olukorda päris turul niimoodi rakendada õnnestub. Kui võtta näiteks kauplemiseks skalpeerija, kes enamasti hoiab ühte tehingut lahti sekunditest minutiteni ja tihtipeale seab eesmärgiks ainult 3-5 *pipsi* teenimist, siis mida võiks tähendada 3:1 võidu/riski suhe temale?

Oletame, et skalpeerija soovib riskida ainult 3 *pipsiga*. Kasutades võidu/riski suhet 3:1, tähendab automaatselt, et tema tehingu eesmärk on kasu saada 9 *pipsi*. Tavaline 3-5 *pipsi* on asendunud topeltkogusega ja tõenäosus sellega koos tunduvalt kahanenud. Kui kauplemisteenuse vahendaja omakorda soovib EURUSD valuutapaari pealt teenida 2 *pipsi* tehingu kohta, siis tähendab see, et skalpeerija peab 9 *pipsi* asemel hoopis 11 *pipsi* teenima, sundides võidu/riski suhte hoopis 4:1 peale. EURUSD valuutapaar võib ühe sekundi jooksul kõikuda 3 *pipsi* üles-alla, mis omakorda tähendab, et skalpeerija tehing võib jõuda *stoplossini* pea et samal hetkel, kui ta selle avab.

Vähendades positsiooni suurust, on võimalus *stoplossi* ehk riski suurendada ning sellega toetada suurema võidu/riski suhte kasutamist. Kui suurendada riski 50 *pipsini*, siis 3:1 suhtega kaubeldes on eesmärk teenida 152 *pipsi* EURUSD valuutapaari puhul. Vahendaja teenustasu ei mängi sellisel juhul enam nii suurt rolli.

Päris maailmas ei ole võidu/riski suhted kivistesse raiutud ja neid muudetakse vastavalt kasutatavale valuutapaarile, ajagraafikule, turuseisule ning sisenemis- ja väljumispunktile. Pikkade positsioonidega kaupleja, võib teha tehinguid suhtega 10:1, samal ajal kui skalpeerija võib kasutada suhet 0.7/1. (*Reward-to-Risk Ratio*)

4.4. Kauplemissüsteem

Kauplemissüsteem peaks üritama täita kahte eesmärki.

1. Tegema kindlaks valuutapaari hinna liikumise trendi nii varakult kui võimalik
2. Kinnitama trendi mõne muu näitaja alusel, et vältida võimalikke valesignaale

Kui süsteemi on testitud testandmetega ja tulemus on positiivne, siis tehakse test demo kontol reaalaja andmetega vähemalt 2 kuud. Kui süsteem on ka siis positiivne, on see valmis päris rahaga kauplemiseks. (*Mechanical Trading Systems*)

4.4.1. Positsiooni suuruste määramine

Stoplossi suurus määratakse alati enne positsiooni suuruse arvutamist ja võetakse arvesse turu olukorda. Võtame näiteks EURUSD. Plaan on müüa seda valuutapaari hinnaga 1.3800 ja *stoploss* sobiks turuanalüüsi tulemusena panna 30 *pipsi* kaugusele ehk hinnatasemele 1.3830.

Professionaalsed kauplejad ei riski enamasti rohkema kui 2% kogu kapitalist. Kui kontol on 1000 €, siis suurim kaotus, mida tehingu kohta endale lubada saab on 20 EUR.

$$(1000 \text{ €}) * 2\% = 20 \text{ €}$$

Et välja arvutada positsiooni suurus, tuleb eelnevalt arvutatud summa jagada standard positsiooni suurusega (100 000), mis on korrutatud komakohtadega (EURUSD puhul 0.0001 ja EURJPY korral 0.01), *stoploss pipside* arvuga ja ühe *pipsi* väärtusega. Ühe *pipsi* väärtus on antud hetkel 0.7246 €.

$$0.09 \text{ lot} = 20 \text{ €} / (100\,000 * 0.0001 * 1 / 1.3800 \$ * 30 \text{ pips})$$

Antud näite puhul ei tohiks tehingu maht ületada 0.09 *lotti*, et kaupleja jääks plaanitud riski piiresse.

(*Calculating Position Sizes*)

4.4.2. Kauplemissüsteemi loomise 6 etappi

- Sobiva ajaperioodiga graafiku leidmine
- Indikaatorite valik, mis aitab hinnaliikumise suunda varakult määrata
- Indikaatorite valik, mis kinnitavad trendi ja aitavad vältida valesignaale

- Riski defineerimine
- Turule sisenemis- ja väljumispunktide defineerimine
- Kauplemissüsteemi reeglite üles kirjutamine ja nendest ALATI kinni pidamine!

(Design Your Trading System in Six Steps)

4.4.3. Kauplemissüsteemi testimise 3 etappi

- Esimeses etapis minnakse ajas tagasi ning alustatakse liikumist graafikul 1 küünla kaupa. Kaubeldakse vastavalt plaanile ja jäädvustatakse kõik tehingud, et näha, kas süsteem annab positiivse tulemuse. Seda testimist kutsutakse taustatestimiseks, ehk inglise keeles *backtesting*.
- Kui süsteem on positiivne, siis kaubeldakse süsteemiga demo kontol vähemalt 2 kuud. See aitab saada aimu, kuidas süsteem töötab, kui turg on päriselt liikumises. Sedasorti kauplemine on väga erinev taustatimisest.
- Kui demo kontol on süsteem 2 kuud positiivne olnud, siis on see valmis päris kontol kauplemiseks. Tuleb aga meeles pidada, et reegleid tuleb alati järgida. Selleks sai need ju kirja pandud.

(Summary: Creating Your Own Mechanical Trading System)

5. Päeviku pidamine

Päeviku pidamine on eluliselt vajalik igale kauplejale, kes soovib areneda ja kasvatada endas distsipliini. Erinevalt automatiseeritud kauplemisest, on see pea et ainus võimalus mõõta, jälgida ja keskenduda iseenda arengule. Seda teevad nii maailmaklassi sportlased kui ka teadlased, et hoida ajalugu kõigest, mis võib osutuda vajalikuks edusammude tegemisel.

Hästi kirjutatud päevik on nagu mentor, kes aitab sul teha otsuseid ja meenutada, miks sa just sellise tehingu avasid või sulgesid. Mida sa parasjagu mõtlesid ning millised olid sinu emotsioonid. Kas sa olid piisavalt puhanud või tegid tehingu lihtsalt selleks, et saaks magama minna. Milliste uudistega ennast kursis hoida ning mida vältida. Kas peaksid riskima suuremate summadega või hoopis vähendama riski. Millal lõpetada kauplemine ja hakata mängima internetimänge. (*Benefits of Keeping a Journal*)

Loomulikult tekib igal kauplejal aja jooksul välja omaenda eelistatud informatsiooni kogum, mida ta peab vajalikuks üles märkida, kuid siiski on olemas ka väike teejuht punktidest, mida peaks sisaldama iga päevik.

1. Potentsiaalne kauplemisala
2. Sisenemissignaali
3. Positsiooni suurus
4. Reeglid tehingu haldamiseks
5. Tehingu kokkuvõtte

Töö lihtsustamiseks on suur osa tööst juba ära tehtud ja loodud võimalused internetiavarustes ülevaadete kirjutamiseks. Üheks heaks kohaks, kus pidada kauplemispäevikut, on näiteks <http://www.meetpips.com/>, mis võimaldab lisaks päeviku pidamisele ka ühendada kauplemiskonto ning väljastata statistikat tehingute kohta. (*What Should You Record in Your Journal*)

6. Automatiseeritud kauplemine

Automatiseeritud kauplemise kõige olulisemaks plussiks võib nimetada kindlustunnet. Suurim kindlustunne põhineb strateegiaga kaasnevate tugevuste ning miinuste teadmisel ja mõistmisel.

Süsteemiline lähenemine kauplemissüsteemi väljatöötamisel viib teadmiseni, mis välistavad kauplemise usu ja hea lootuse peal.

Teadmised, mille kaupleja saab kauplemissüsteemi väljatöötamise käigus on

- Kuidas strateegia töötab
- Strateegia tootlus
- Strateegia risk
- Strateegia robustsus
- Strateegia tõenäosus toota kasumit reaalajas
- Meetod reaalaja tootluse hindamiseks

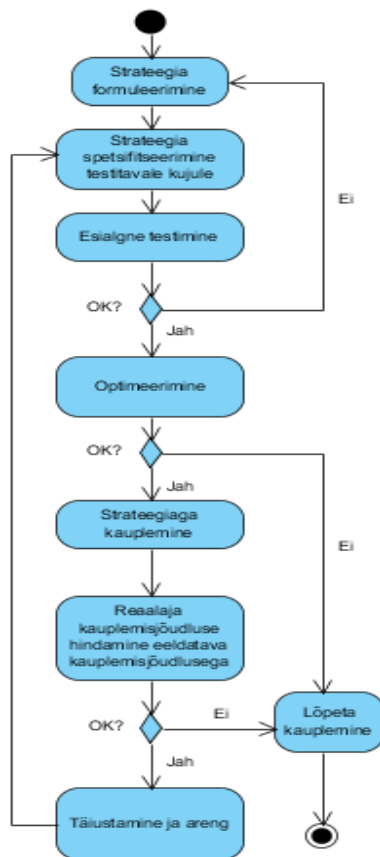
(Pardo, 2008: 40)

7. Kauplemisstrateegia loomise protsess

Kui kauplemisstrateegia loomist teha õigesti, siis on see pikk ja mahukas protsess, mille saab jagada 8 osaks:

- Strateegia formuleerimine
- Strateegia spetsifitseerimine testitavale kujule
- Esialgne testimine
- Optimeerimine
- Jõudluse ja robustsuse hindamine
- Strateegiaga kauplemine
- Kauplemisjõudluse monitoorimine
- Täiustamine ja areng

(Pardo, 2008: 43)



Etappide diagramm 1.

8. Strateegia formuleerimine

Iga strateegia algab ideest või erinevate ideede kogumist, mis sisaldavad valemeid, indikaatoreid ja kõikvõimalikke reegleid. Strateegia formuleerimise käigus kirjeldatakse iga valem ja reegel, mida plaanitakse kasutada. Kõike tehakse detailselt ja üheselt mõistetavalt. Samuti kirjeldatakse erinevate komponentide omavahelised seosed ning nende kasutusviisid. Mida detailsem on kirjeldus, seda lihtsam on hiljem koodi kirjutamine. (Pardo, 2008: 49)

8.1. Strateegia elemendid

Strateegiatel on alati vähemalt 3 komponenti.

- Sisenemis- ja väljumispunktid
- Riskihaldus
- Positsiooni suuruse määramine

Sisenemis- ja väljumispunktid on strateegia mootoriteks. Need võivad olla väga lihtsad või ääretult keerulised, kasutades filtreid ja muid vahendeid tehingu sooritamiseks. Sisenemispunkt võib olla samas ka väljumispunktiks ja vastupidi või sootuks erinevad.

Riskihaldus on vajalik riskide haldamiseks, mitte nende eemaldamiseks. Iga strateegia omab potentsiaalset riski kaotada raha ja riskihalduse peamine eesmärk on hoida kaotused kontrolli all ning välistada võimalus strateegia langusperioodidel pankrotistuda. Korraliku riskihalduse tulemusena on kaupleja võimeline jätkama kauplemist ka pärast suuri langusperioode.

Positsiooni suuruse määramine on enamasti alatähtsustatud ning vähe mõistetud vahend kaupleja portfellis. Paljud professionaalsed kauplejad on veendumusel et positsiooni suuruse määramine on isegi olulisem kui strateegia ise. Positsiooni suuruse määramiseks on võimalik kasutada lugematuid erinevaid algoritme või hoopis fikseeritud suuruseid. Oluline on seejuures alati järgida strateegia reegleid ja jäämine üldise portfelli riski piiresse. (Pardo, 2008: 73-75)

8.2. Strateegia

Antud töö strateegia on püütud hoida võimalikult lihtne ning on üles ehitatud järgnevatele reeglitele:

- Kaubeldakse ainult EURJPY valuutapaariga ja konto valuuta on EUR.
- Ära kauple, kui MACD on olnud alla 0.2 ühiku 5 künla ulatuses (filter). Filtri alas

tehinguid ei avata. Filtri alas suletakse tehingud, kui saadakse kauplemissignaali vastassuunas.

- Soorita ostutehing kui 5 päeva eksponentsiaalne keskmine hind ristub 20 päeva keskmise hinnaga altpoolt ülespoole ja sulge ostutehing kui 5 päeva keskmine eksponentsiaalne hind ristub 20 päeva keskmise hinnaga ülaltpoolt allapoole
- Soorita müügitehing kui 5 päeva keskmine eksponentsiaalne hind ristub 20 päeva keskmise hinnaga ülaltpoolt allapoole ja sulge müügitehing kui 5 päeva keskmine eksponentsiaalne hind ristub 20 päeva keskmise hinnaga altpoolt ülespoole
- *Stoploss* on asetatud positsioonile 50 *pipsi* tehingu vastassuunas.
- Kauplemisrisk on rahaline risk iga tehingu kohta kogukapitalist. Tehingute sooritamiseks on kasutatud keskmiselt 2% kauplemisriski, mis tähendab, et *stoploss* asetatakse 50 *pipsi* kaugusele ja positsiooni suurus arvutatakse nii, et 50 *pipsi* väärtuseks oleks alati ligikaudu 2% kaubeldava kapitali väärtusest. Kaubeldava kapitali väärtuse saame kontojäägist lahutades maksimaalse *drawdowni* (selle saame teada optimeerimise käigus).

9. Spetsifitseerimine testitavale kujule

Et formuleeritud strateegiat testida, on see vaja viia testitavale kujule, ehk programmeerida automatiseeritud kaupleja. Metatrader võimaldab kirjutada nii automatiseeritud kauplejaid kui ka indikaatoreid, millega saab visualiseerida kaupleja signaale ning lihtsustada koodi toimimise kontrollimist vastavalt formuleeritud strateegiale.

Antud töö on üles ehitatud kolmele kihile. Funktsioonide kiht, mis on kättesaadav nii indikaatoritele kui automatiseeritud kauplejale ning sisaldab funktsioone, mida mõlemas kasutatakse (vt Lisa 1). Indikaatorite kiht, mis sisaldab filtrite ja kauplemissignaali visualiseerimist (vt Lisa 2). Viimase kihina on automatiseeritud kaupleja, mille ülesanne on kauplemissignaalid ja filtrid kokku panna töötavaks kauplemismootoriks (vt Lisa 3).

```
|--- MetaTrader 4 Admiral Markets AS
|--- experts
|   |--- hardo_lass_expert.mq4
|   |--- indicators
|       |--- hardo_lass_filters.mq4
|   |--- includes
|       |--- hardo_lass.mqh
```

Kataloogipuu 1.

9.1. Võimalikud probleemid kasutades Metatrade 4 platvormi

- Ajalooliste andmete puudumine või puudulikud andmed. Seda probleemi aitab vältida, kui alla laadida sõltumatu andmekogu näiteks aadressilt: <http://www.fxdd.com/us/en/forex-resources/forex-trading-tools/metatrader-1-minute-data/>. Lisaks tuleb 1 minuti andmed konverteerida ümber soovitud ajaraamistikule.
- Andmete olemasolu visuaalses keskkonnas ja nende puudulik versioon testimiskeskkonnas. Selline olukord võib tekkida, kui uued andmed on alla laetud, aga ei ole eemaldatud vana informatsiooni. Parandada saab seda eemaldades kõik .hst lõpuga failid kaustast *C:\Program Files (x86)\MetaTrader 4 Admiral Markets AS\history* ja selle alamkaustadest ning laadides kogu info uuesti. Samuti tuleb uuesti konverteerida kõik soovitud ajaraamistiku andmed.
- 1 minuti andmeid on rohkem kui konverteeritud andmeid. Seadete alt võib olla piiratud ajaloolise informatsiooni esitamine. Seda saab muuta *Tools -> Options -> Charts* ja määrata väärtuste *Max bars in history* ja *Max bars in chart* väärtusteks 99999999.
- Testides strateegiat kasutatakse valesid sisendparameetreid, mis võivad jätta eksliku mulje,

et tegemist on programmeerimisveaga. Metatrader kipub meelde jätma vanu sisendparameetreid, olenemata nende uuendamisest kompileeritud koodis. Lahenduseks on enne uue testi tegemist alati kontrollida, kas kaupleja sisendparameetrid testkeskkonnas vastavad kasutaja parameetritele.

- Testkeskkonna parameetrid ei vasta reaalaraja serveri väärtustele ja tulemused testimisel on seetõttu valed. Näitena võib tuua EURJPY komakohtade arvu, mis standardselt on 2 kohta peale koma, kuid testkeskkonnas 3 kohta peale koma. Samuti võib esineda erinevusi positsiooni miinimum ja maksimum suurustes või teistes näitajates. Lahendusena võimalik testi käivitades välja printida serveri andmed, hoides seeläbi ennast kursis erinevate muutujate väärtustega. Samuti aitab *demo* või *live* keskkonda sisse logimine, mis uuendab serveri andmeid ka testkeskkonnas. Kui see ei lahenda erinevust, siis tuleb olla lihtsalt nendest teadlik ja teha vajalikud muudatused koodis.

10. Esmane testimine

Kui idee on realiseeritud testitavale kujule, on aeg veenduda, kas süsteem toimib nii nagu ette nähtud või on jäänud midagi märkamata. Siit algab arenduse teine faas ehk esmane testimine, mille eesmärgiks on täita viis punkti. Esimesed kolm keskenduvad programmeerimisega seotud küsimustele ning viimased kaks annavad aimu automatiseeritud kaupleja võimekusest.

Esmase testimise eesmärgid:

1. Veenduda, et kõik reeglid ja filtrid on õigesti kalkuleeritud
2. Veenduda, et reeglid ja filtrid käituvad nii nagu on ette nähtud
3. Veenduda, et strateegia käitunud konstantselt vastavuses teoreetilistele ootustele
4. Anda esmane ülevaade tootlikkusest
5. Anda esmane ülevaade strateegia robustsusest

Robustsus on kauplemisstrateegia loomisel oluline komponent, kuna robustne kauplemissüsteem toodab suure tõenäosusega kasumit ka muutuval turul, kus turutrend ei ole kauplejale kõige soodsam. Kasumliku robustse süsteemi peamised tunnused on

- Laiulatuslik parameetrite vahemik, kus strateegia toodab kasumit
- Laiulatuslik portfelli vastanduvate turgudega
- Suudab kaubelda erinevates turutingimustes
- Kaupleb müügi ja ostu tehingutega

(Pardo, 2008: 157-158)

10.1. Testimine

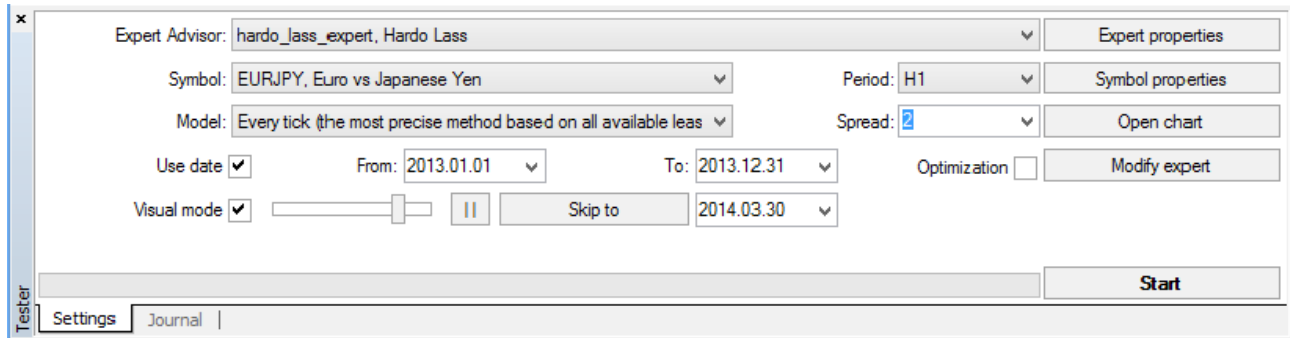
Metatraderi strateegia testimiseks on loodud spetsiaalne keskkond imiteerimaks reaalselt turgu, aga seda kiirendatud kujul. Testimiskeskonda kasutades saab tagasisidet eksperdi töö kohta nii graafiliselt kui *Results* (tulemuste) kaudu. Metatraderi menüüst leiab selle *View -> Strategy Tester*.

Antud töö puhul on esmaseks testimiseks kasutatud eelnevalt alla laetud ja paigaldatud ajaloolisi andmeid ning ajavahemikku 01.01.2013 – 31.12.2013. Selleks, et garanteerida parim tulemus ajaloolistele andmetele, on kõik toimingud tehtud serverisse sisse logimata. Selline lähenemine

hoiab ära serveri poolt peale surutud andmete uuendamise ning hoiab andmed puhtad.

Enne testi käivitamist tuleb kindlasti üle vaadata seaded, millega on soov test käivitada, kuna Metatraderil on kalduvus hoida vanu seadeid mälus ja isegi kui kompileerida automatiseeritud kaupleja uute andmetega, ei pruugi see kajastuda testkeskkonnas.

Antud juhul näeb stardipositsioon välja selline:



Pilt 1: Strategy tester

Seadistused *Expert prooperties* alt on *Initial deposite: 1400 €*, *Positions: Long & Short*. Kõik sisendparameetrid on seadistatud vastavalt strateegia kirjeldusele ja optimeerimise parameetreid on ignoreeritud, kuna tegemist on esmase testimise mitte optimeerimisega. Testi tulemused on salvestatud kausta ESMANE_TESTIMINE.

10.2. Reeglite ja filtrite kalkulatsiooni kontroll

Kauplemisüsteemi disaini testimiseks on oluline üle kontrollida iga reegli ja filtri toimivus. Seda on kõige lihtsam läbi viia testi käigus ajalooliste andmetega, mis toodab mingi hulga müügi ja ostu signaale, ning sisaldab ka kõiki strateegias kirjeldatud olukordi.



Pilt 2: reeglite ja filtrite kontroll

Pildil 2 on näha filtri alad paksu joonega. Sinine ala näitab filtri ala kus MACD on alla 0,2 ühiku ja punane ala näitab, kus filter on olnud alla 0,2 ühiku rohkem kui 5 küünla jagu. Võrreldes filtri joonistatud jooni ja MACD graafikut, võib järeldada, et filtrite kalkulatsioonid vastavad strateegias ette nähtule.

Kauplemisstrateegia näeb ette *stoploss* asetamist tehingu vastassuunas 50 *pipsi* jagu. Pildil on *stoplossi* asukohad näidatud väikese punase kriipsuga tehingu vastassuunas. Pildi allpool on välja toodud ka andmed tehingute kohta kus näiteks esimene müügitehing on 02.01.2013 22:00 hinnaga 114,76 ja *stoploss* asetseb hinnatasemel 115,28, mis teeb *pipside* vaheks 52. 2 *pipsi* tuleneb müügihinna ja ostuhinna vahest ehk *spreadist*. See erinevus tähendab, et autor on jätnud *stoplossi* kalkulatsioonides arvestamata *spreadi* väärtuse. Kuna *stoplossi* suurust on plaan arvestada ka optimeerimisel ja *spreadi* väärtus on ajas suhteliselt stabiilne (testides alati sama väärtus), siis ei pea autor vajalikuks seda osa koodis muuta.

Tehingu suuruste arvutamisel arvestatakse lisaks tavalistele kalkulatsioonidele ka *maximum drawdowni*, mis on algselt lisatud kogu kauplemiskapitalile, et hoida rahastatust tasemel, kus on võimalik ka peale pikka langusperioodi edasi kaubelda. Kauplema hakates lahutatakse see summa uuesti maha kogu vabast rahast, et kalkuleerida *loti* ehk tehingu suurus. Kuna enne optimeerimist on raske ennustada *maximum drawdowni*, siis on arvesse võetud rahastatuse peatükis toodud ülevaadet protsentidest, mis kaotatud summa puhul tuleb tagasi võita, et jõuda langusperioodi alguses omatud summani. *Maximum drawdowniks* on arvestatud 40% kaubeldavast kapitalist (1000 € puhul 400 €), mis tähendab, et peale selle summa kaotamist on vaja tagasi teenida 69% allesjäänud summast, jõudmaks eelnevale tasemele tagasi.

$$(1400 \text{ €} - 400 \text{ €}) * 2\% = 20 \text{ €}$$

$$20 \text{ €} / (100\,000 * 0,01 * 1 / 117,76 \text{ ¥} * 50 \text{ pips}) = 0,05 \text{ lot}$$

Kalkulatsioonid *loti* arvutamiseks annavad sama tulemuse, mis on näha ka infost tehingu andmete kohta. Sama tulemuse saame, kui kalkuleerida ülejäänud tehingute kohta, mis näitab kalkulatsioonide korrektsust *lottide* arvutamisel.

10.3. Reeglite ja filtrite käitumise kontroll

Tehingute avamine ja sulgemine peaks toimuma 5 ja 20 päeva eksponentsiaalsete keskmiste hindade ristumisel. Pildilt on näha kõiki kauplemissignaale punaste ja siniste nooltena kohtades, kus peaks kauplemine toimuma.

Strateegia näeb ette ka, et kauplemist filtri punases alas ei toimu, mis tähendab, et ei avata uusi tehinguid. Samuti näeb strateegia ette, et filtri punases alas toimub tehingute sulgemine vastassuunalise signaali saamisel. Pilti lähemalt uurides selgub, et tehinguid avatakse ja suletakse igal korral kui tuleb kauplemissignaali, välja arvatud juhtudel, kui ollakse filtri punases stsoonis, kus toimub ainult tehingute sulgemine. See tähendab, et filter toimib vastavalt ootustele ja kauplemissignaaliid käituvad samuti vastavalt ootustele.

10.4. Esmane ülevaade tootlikkusest

Aastase testperioodi kohta oli 179 tehingut. Sellest kasumlikke 64 ehk 35,75% ja *maximum drawdown* 628.35 € ehk 23.57%. 35,75% oli aastase perioodi kohta piisav kasumlike tehingute arv, et toota 1061,26 € kasumit. Lisaks sisaldab testi raport palju muud informatsiooni ja ka graafilist ülevaadet tehingutest. Graafilisest ülevaatest on näha, et 2013 aasta algus on olnud strateegiale väga sobilik. Toimusid mõningad langused ning jällegi tootis strateegia arvestatavat kasumit. Niimoodi on aastaringselt suhteliselt ühtlaselt jaotunud kasumlike perioodide vaheldumine langusperioodidega, mis on iseloomulik pea igale strateegiale.

Kuna testi tulemus oli positiivne, siis annab see piisava kindluse strateegia edasi arendamiseks ja jätkamiseks optimeerimisega.

10.5. Esmane ülevaade robustsusest

Kuna autori valitud strateegia on mõeldud kauplemiseks ainult ühel turul, siis esmasel robustsuse hindamisel ei saa arvesse võtta portfelli, mis peaks sisaldama rohkem kui ühte valuutapaari. Samuti on peale esmast testimist keeruline hinnata parameetrite vahemikke, kus see võiks kasumit toota, nii et robustsuse hindamiseks jäävad antud juhul järgi erinevad turutingimused ning ostu ja müügitehingud.

Aastase testperioodi peal on esindatud nii väikeste hinnakõikumistega perioodid kui ka sujuvad trendi perioodid. Samuti toimub kauplemine nii müügi kui ostutehingutega ja kuna strateegia toodab olenemata muutustest ja erinevatest tehingutüüpidest kasumit, siis võib öelda, et tegemist on piisavalt robustse süsteemiga, et liikuda edasi optimeerimisprotsessi juurde.

11. Optimeerimine

Robert Pardo viitab oma raamatus *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies* optimeerimise tähendusele, mis New Oxford American Dictionary kohaselt on „*To make the best or most effective use of*”. Selline definitsioon tähendab strateegiast parima välja võtmist optimeerimise tulemusena. Strateegiast parima välja võtmine omakorda tähendab kõrgeima tootlikkuse saavutamist parima võimaliku võidu/riski suhtega.

Optimeerimist on ajaloos liigagi tihti segi aetud *curve-fittinguga*, mis on statistiline termin ja tähendab joone või kurvi enam vähem ühilduma panemist andmetega. Seda terminit on omakorda tihti segi aetud ja võetud kui sünonüümi *overfittingule*.

Overfitting esineb statistilise mudeli loomise protsessis, kus kogu tähelepanu on pööratud kurvi tekitamisele, mis ühilduks iga võimaliku kurviga andmemudeliga. Strateegia loomise protsessis tähendab see reeglite ja parameetrite üks haaval lisamist, et võimendada tootlikkust mingil ajaperioodil, kuid ei arvestata asjaoluga, et need reeglid ja parameetrid ei pruugi sobida tuleviku andmetega.

Üloptimeerimist on võimalik vältida, kui teha seda protsessi õigesti ja optimeerimise tulemusena peaks tootlikkus kasvama vähemalt 50% võrreldes esmase testimisega. (Pardo, 2008: 211-212)

11.1. Optimeerimisvahemik, standardviga ja vabadusaste

Otsustades, kui suurt optimeerimisvahemikku kasutada, tuleb kinni pidada kahest põhimõttest. Esimeseks on statistiline kindlus ja teiseks kauplemisüsteemi ning turu relevantsus. Need kaks põhimõtet ei ole optimeerimisvahemiku määrajad päevades, kuudes või aastates. Pigem tuleb neid võtta kui teejuhte, mida järgida, et leida sobiv ajalooline vahemik optimeerimiseks.

Optimeerimisvahemiku suurus omab suurt mõju ajaloolisele simulatsioonile ja selle paikapidavusele ning mõjutab ka parameetrite valikuid. Samuti võib parameetrite valik mõjutada optimeerimisvahemiku suurust.

Optimeerimisvahemik peab olema piisavalt suur, et genereerida statistist paikapidavust ja sisaldama piisavalt suurt hulka andmeid erinevatest turuolukordadest. Statistiline paikapidavus tähendab siinkohal piisavalt suurt tehingute arvu, et nende põhjal oleks võimalik teha tähenduslikke järeldusi ning samas jätma ka piisavalt vabadust strateegias kasutatavatele muutujatele mõjutamiseks strateegiat.

Standardviga on matemaatiline kontsept, mida kasutatakse statistikas. Kasutades standardviga, on meil võimalik heita pilt statistilisele paikapidavusele, kui kasutada seda optimeerimisvahemiku jooksul genereeritud tehingute peal.

Standardviga = standardhälve / ruutjuur (genereeritud tehingute arv)

Standardhälve = keskmine kasum tehingu kohta.

Et saada natuke rohkem aimu, kuidas mõjutab tehingute arv standardviga, kalkuleerime näited 10, 30 ja 100 tehingust, mille kõigi puhul on keskmiseks kasumiks tehingu kohta 100 €.

Standardviga = 100 / ruutjuur (10)

Standardviga = 31.65 €

Kui tehinguid on 10, on standardveaks ümardatult 32 €. See tähendab, et eeldatavalt jäävad tehingud vahemikku 68 kuni 132 €. 30 tehingu puhul on standardveaks ümardatult 18 €, mis tähendab, et eeldatavalt jäävad tehingud vahemikku 82 kuni 118 €. 100 tehingu puhul on standardveaks 10 €, mis teeb eeldatavate tehingute vahemikuks 90 kuni 110 €. Tark strateeg eeldab rahalistelt tehingutelt alati väiksemat tootlust, mis tähendab, et arvesse võetakse väiksema kasumi numbreid, ehk 68, 82 ja 90 €.

Sellest näitest tuleb selgelt välja seos standardvea ja tehingute arvu vahel. Mida rohkem tehinguid, seda väiksem on standardviga.

Kui palju tehinguid peaks simulatsiooni käigus tekitama, et statistiliselt toetada tulemusi? Üldiselt peetakse väikseimaks numbriks 30, mis on piisav andmaks statistilist kindlust. Samas jääb alati kehtima reegel, et mida rohkem tehinguid, seda suurema kindlusega võid toetuda statistilistele tulemustele.

Lisaks statistikale ja tehingute arvule on raamatu *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies* autor Robert Pardo enda aastatepikkuse kogemusega jõudnud järeldusele, et pika optimeerimisvahemiku kasutamisel on suurem tõenäosus kasutada ka optimeeritud strateegiat pikemalt, enne uuesti optimeerimist.

Põhireegel, mida kasutada optimeerimisvahemiku valikul, on otsustada seda soovitud kaubeldava vahemiku põhjal. Üldiseks reeglits võib lugeda, et kauplemisvahemik jääb 1/3 ja 1/8 vahele optimeerimisvahemikust.

Võttes optimeerimisvahemikuks 24 kuud, siis võib sellise strateegiaga kaubelda vahemikus kolm

(24/8) kuni kaheksa (24/3) kuud ning suure tõenäosusega strateegia kasumlikkus ei muutu selle aja jooksul kehvemaks.

Statistikute üheks fundamentaalseks printsiibiks peetakse seisukohta, et statistiline test peab omama piisavat vabadusastet. Kauplemissstrateegia optimeerimisel tuleks arvestada, et vabadusaste jääks üle 90%, mis peaks olema piisav andmaks statistiliselt paikapidavaid tulemusi.

Vabadusastme arvutamiseks kasutatakse järgnevat valemit.

$$VA = 100 * [1 - (KVA / EVA)]$$

VA = vabadusaste

KVA = kasutatud vabadusaste

EVA = esialgne vabadusaste

Võttes näitena strateegia, mis kasutab ühte 30 päeva keskmist hinda ja optimeerimisvahemikku 100 päeva. Kuna ühte vabadusastet kasutatakse ühe andmeühiku kohta kalkulatsioonides, siis 30 päeva keskmine hind kasutab ära 30 ühikut vabadusastet. Allesjäänud vabadusaste on antud juhul 70%.

$$VA = 100 * [1 - (30 / 100)] = 70\%$$

(Pardo, 2008: 220-222, 127-128, 130-131)

11.2. Optimeeritavad parameetrid

Olenemata sellest, et kauplemissstrateegial võib olla suur hulk reegleid ja filtreid kasutades erinevaid parameetreid, mis võivad optimeerimisest kasu saada, on alati parem kasutada väikseimat võimalikku arvu parameetritest, mis siiski annavad vajaliku vabaduse optimeerimisel. Mida suurem on parameetrite arv, seda suurem on tõenäosus üle optimeerida või teha vigu optimeerimisel. Samuti lisab iga optimeerimisel kasutatud parameeter ka optimeerimisaega.

Optimeeritavate parameetrite valikul tuleks võtta arvesse nende mõju strateegiale. Parima tulemuse optimeerimisel saab, kui valida kõige suurema mõjuga parameetrid ja välistada väikese mõjuga. Kui parameetrid ei mõjuta oluliselt strateegia käitumist, tuleks need kas muuta konstantseteks või võimalusel üldse likvideerida strateegiast. (Pardo, 2008: 216-218)

11.3. Optimeerimisparameetrite vahemikud ja sammud

Optimeeritavate parameetrite vahemike valikul on 2 peamist printsiipi. Teoreetiline ja praktiline.

Teoreetiline printsiibi kohaselt peaks parameetrite vahemiku valik olema loogiline ja omama mõistlikku argumenti. Kui võtta optimeerimisvahemikuks 1 – 1000 päeva lühiajalise keskmise hinna kalkuleerimiseks, siis läheb see vastuollu ideega lühiajalisusest, mis enamasti on arvestatud 3 – 10 päeva. Sama kehtib ka pika keskmise hinna leidmisel, kus vahemik 1 – 200 päeva ei ole mõistlik, kus 1 päev ei vasta kuidagi pikaajalisusele.

Praktilisusest printsiibist lähtudes tuleb silmas pidada, et iga optimeeritav parameeter lisab ajakujul optimeerimisele. Eriti oluliseks muutub ajakulu jälgimine, kui parameetrite arv on suur ja soovitakse optimeerida suuri vahemikke parameetrites.

Kui võtta keskmise hinna optimeerimine vahemikuga 2 - 14 päeva ja kasutada 2 päevast sammu, siis tuleb teste kokku $7 = [(14 - 2) / 2] + 1$. Võttes aga keskmise hinna optimeerimisvahemikuga 1 – 200 sammuga 1, on teste kokku 200, mis on 28 korda rohkem teste, kui esimese näite puhul ja seega ka 28 korda rohkem arvutiressursse. Need kaks näidet käisid ainult ühe parameetriga strateegiate kohta. Kui aga tuleb mängu näiteks 2 parameetriga strateegia, millel mõlemal on 10 erinevat parameetri valikut, teeb see $10 * 10 = 100$ testi. 5 parameetriga strateegia puhul, millel kõigil on 10 erinevat parameetri valikut, tuleb testide arvuks $10 * 10 * 10 * 10 * 10 = 100\ 000$ testi.

Optimeerimise käigus tehtavate testide hulk sõltub suuresti ka valitud parameetrite sammudest ning liiga tihedat sammu kasutades võib lisaks ajakulule sattuda ka üleoptimeerimise ohvriks. Näiteks lühiajalise keskmise hinna 1 kuni 14 päeva testid sammuga 1 on täiesti arvestatavad, kuid pikajaalise keskmise hinna testid 20 kuni 200 sammuga 1, suurendab märgatavalt üleoptimeerimise riski.

Et hoida valikuid võimalikult lihtsad, siis enamasti kasutatakse sammu suurust proportsionaalselt teiste parameetrite suhtes. Standardreegliks võiks pidada 5% nihet. Näiteks kui kasutades baasnumbrina 20, oleks järgmine kandidaat 21 (5% 20-st on 1) ja kasutades baasnumbrina 100, oleks järgmine kandidaat 105.

Hoides parameetreid proportsionaalselt sõltuvad, on lihtne leida ka erinevate parameetrite vahemikke. Kasutades esimese parameetriga vahemikku 5 – 20 sammuga 1, peaks teise parameetri väärtused hakkama 20-st. Kuna esimese parameetri alguse ja lõpu suhe on $20 / 5 = 4$, siis peaks hoidma ka teisi parameetreid samasuguse suhtega, mis teeb teise parameetri lõppväärtuseks $20 * 4 = 80$ ja sammuks tuleb 4 (5% 80-st). (Pardo, 2008: 218-220)

11.4. Objektiivne funktsioon ehk hindamismeetod

Objektiivne funktsioon ehk hindamismeetod hindab ja järjestab kauplemisstrateegia erinevate parameetrite kvaliteedi järgi. Iga otsingumeetod vajab objektiivset funktsiooni või meetodit

hindamaks matemaatiliselt kauplemisstrateegia jõudlust, aktsepteerides või eemaldades andmemudeleid otsides parimaid parameetrite komplekte.

Parimaks hindamismeetodiks on meetod, mille tulemusena leitakse suurima ennustusvõimega parameetrid reaalarajas. Kasutades valet objektiivset funktsiooni, võib juhtuda, et ignoreeritakse häid parameetrite komplekte või hullemal juhul valitakse kehvapoolsed.

Kuigi kauplemisstrateegia peamine eesmärk on teenida suurimat võimalikku kasumit, ei ole parimaks hindamismeetodiks kasum. Kasutades kasumit hindamismeetodina, ei pöörata piisavalt tähelepanu üldisele kauplemisjõudlusele ja riskile. Parima kasumiga strateegia võib sisaldada liiga vähe tehinguid, et teha statistiliselt adekvaatseid järeldusi või sisaldada liiga suurt *drawdowni*.

Leidmaks sobivaid parameetreid optimeerimise käigus, tuleks silmas pidada järgnevaid punkte.

1. Tehingute ühtlane jaotus
2. Tehingute kasumid suhteliselt sarnaste tulemustega
3. Müügi ja ostutehingud on tasakaalus
4. Suur hulk lähestikke parameetreid strateegia kasumlikus vahemikus
5. Aktsepteeritav risk
6. Suhteliselt stabiilsed võitude ja kaotuste seeriad
7. Statistiliselt piisavalt suur hulk tehinguid

(Pardo, 2008: 201-203)

11.5. Geneetiline algoritm

Finantsmaailmas on see tuntud kui algoritm, mida kasutatakse optimeerimises. Esmakordselt tutvustas seda algoritmi John H. Holland 1975 aastal Ameerika Ühendriikides Michigan-i ülikoolis. Tookord nimetati seda *Holland's Reproductive Plan*, mis on aluseks peaaegu igat tüüpi geneetilistele algoritmidele.

Geneetiline algoritm baseerub juhusliku otsingu meetodil ja kuna juhusliku otsingu peamiseks probleemiks on fakt, et me ei tea, kui kaua võtab probleemi lahendamine aega, siis lisatakse sellele meetodile teisi, mis on arendatud eesmärgiga uurida bioloogilist evolutsiooni. Bioloogilise evolutsiooni kohaselt jäävad ellu ainult tugevamad, mille tulemusena tugevate populatsioon kasvab ning nad kohanduvad dünaamilise keskkonnaga.

Olenemata asjaolust, et sellist otsingumeetodit kasutades ei ole teada probleemi lahendamise aeg, on see siiski märkimisväärselt kiirem kui *grid* ehk *brute force* otsing ning piisavalt täpne, et kasutada seda optimeerimise eesmärkidel. (Pardo, 2008: 195-197)

11.6. Optimeerimisvalikud

Võttes arvesse esmase testi tulemusi, võime olla kindlad, et tehingute arv ühes aastas on piisavalt suur andmaks statistilist kindlust.

Parameetrite valikul lähtume optimeeritavate parameetrite valiku, nende vahemike ja sammude peatükkidest ning saame optimeeritavateks parameetriteks:

- fast_EMA vahemikuga 1 -10 sammuga 1 (kokku 10)
- slow_EMA vahemikuga 10 – 52 sammuga 3 (kokku 15)
- fast_MA vahemikuga 1 – 10 sammuga 1 (kokku 10)
- slow_MA vahemikuga 10 – 52 sammuga 3 (kokku 15)
- filter_bars vahemikuga 1 – 10 sammuga 1 (kokku 10)
- macd_filter vahemikuga 0.05 – 0.4 sammuga 0,025 (kokku 15)
- stoploss_pips vahemikuga 20 – 90 sammuga 5 (kokku 15)

Vabadusaste arvutamiseks liidame kokku kõik maksimaalsed vahemikud, mida optimeerimise käigus plaanime kasutada ($10 * 3 + 52 * 2 + 90$). Niimoodi saame teada kasutatud vabadusastme. Esialgse vabadusastmena kasutame tundide arvu aastas, milleks on ligikaudu 8760 tundi. Kalkulatsioonidest jätame siinkohal välja parameetri macd_filter, kuna see on ainult eelduseks filter_bars muutujale, ega avalda otsest mõju vabadusastmele.

$$VA = 100 * [1 - (KVA / EVA)]$$

$$VA = 100 * [1 - ((10 * 3 + 52 * 2 + 90) / 8760)] = 100 * [1 - (224 / 8760)] = 97\%$$

97% vabadusastet on piisav andmaks vabadust parameetritele liikumiskes ja kinnitab 1 aasta optimeerimisvahemiku kasutust kui minimaalset valikut antud töös. Testide arv antud optimeerimises tuleb sellisel juhul $10 * 15 * 10 * 15 * 10 * 15 * 15 = 50625000$.

Kuna plaan on kaubelda optimeeritud strateegiaga ligikaudu 3-6 kuud, siis võtame optimeeritavaks vahemikus 2 aastat 01.01.2012 – 31.12.2013. Vältimaks üleoptimeerimist, jagame selle perioodi omakorda kaheks ja jätame 3 kuud 2014 aastast kõige uuema turuinfoa aega *walk-forward* analüüsiks, mille ülesanne on kinnitada optimeerimise tulemusi kasutades andmeid, mida ei ole

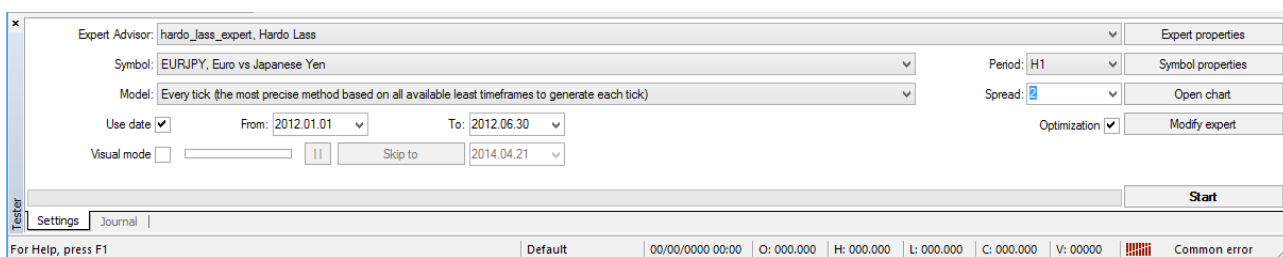
optimeerimise käigus kasutatud. *Walk-forward* analüüsi teeme ajavahemikus 01.01.2014 – 31.03.2014.

Objektiivseks funktsiooniks ehk hindamismeetodiks võtame Metatraderi valikutes olevatest *Profit Factori* ja otsimismeetodina kasutame geneetilist algoritmi, mis on alternatiiviks *grid* ehk teisisõnu *brute force* meetodile, kus katsetatakse läbi kõik võimalikud kombinatsioonid.

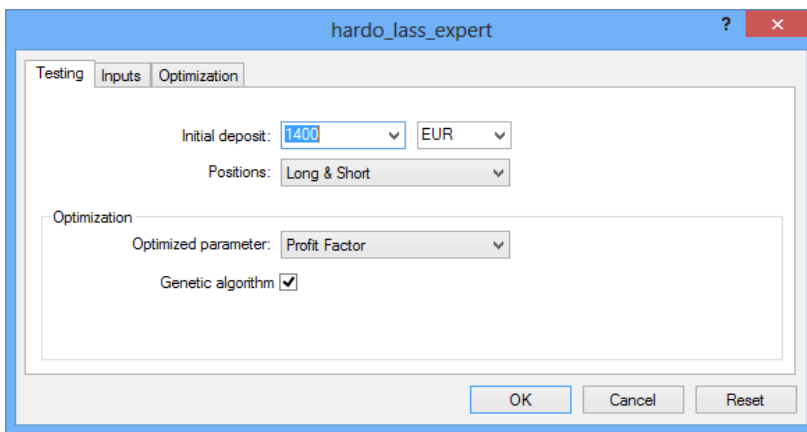
Peale testi käivitamist selgus, et 50625000 testi optimeerimises võtab aega ligikaudu 170 tundi. Arvestades, et optimeerimisi tuleb teha 2, siis tähendab see ligikaudu 340 tundi, mis on ilmselgelt liiga aeganõudev. Seetõttu muudame optimeeritavate parameetrite vahemikke ja ning eemaldame veel 2 muutujat, mis ei tohiks mängida ülemäära suurt rolli. Uuteks vahemikeks ja optimeeritavateks parameetriteks on

- fast_MA vahemikuga 1 – 10 sammuga 1 (kokku 10)
- slow_MA vahemikuga 10 – 52 sammuga 3 (kokku 15)
- filter_bars vahemikuga 1 – 10 sammuga 1 (kokku 10)
- macd_filter vahemikuga 0.05 – 0.4 sammuga 0,05 (kokku 8)
- stoploss_pips vahemikuga 20 – 100 sammuga 10 (kokku 10)

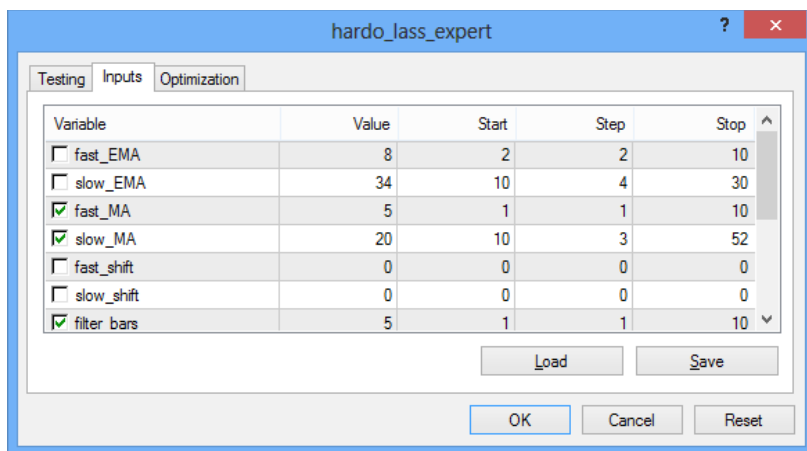
Selliste parameetrite valikuga muutus vabadusaste 96% peale ja optimeerimistestide arv $10 * 15 * 10 * 8 * 10 = 120\ 000$ peale. Ajaliselt teeb see ühe optimeerimise kohta ligikaudu 20 tundi. Kõik optimeerimised kokku peaksid ajaliselt võtma ligikaudu 40 tundi.



Pilt 3: Optimeerimisaken *Settings*



Pilt 4: Optimeerimisaken *Testing*



Pilt 5: Optimeerimisaken *Inputs*

Optimeerimiseks on kasutatud Metatraderile sisse ehitatud testkeskkonda, mida kasutati ka esmase testimise jaoks. Pildidel 3 - 5 on näidatud seadeid, millega on optimeerimine läbi viidud. Et valida tavalise testimise asemel optimeerimine, tuleb see eelnevalt testkeskkonnale selgeks teha, pannes linnukese *Optimization* kasti (Pilt 3) ja samuti ka optimeerimisvahemike, optimeeritava valuutapaari ja kasutatava automatiseeritud kaupleja valiku koht just selles aknas. Edasised seadistuste valikud leiab *Expert properties* lingi alt. Pildil 4 on tehtud valikud optimeeritava parameetri osas, milleks on valitud *Profit Factor* ja linnuke *Genetic algorithm* kassis. Pildil 5 on ära toodud sisendparameetrid ning iga parameeter, mida on soovitud optimeerida, on märgitud ära linnukesega ja seejärel määratud ära alguspunkt, samm ja lõpppunkt selle parameetri optimeerimiseks. Kõikide teiste parameetrite puhul kasutatakse optimeerimisel väärtust *Value* lahtrist.

Optimeerimiseks valitud arvuti peamised näitajad on järgmised:

Protsessor: Intel(R) Core(TM) i7-3770K CPU @ 3.50GHz

Mälu: 8 GB

Graafikakaart: NVIDIA GeForce GTX 550 Ti

operatsioonisüsteem: Windows 7 pro (64 bit)

11.7. Optimeerimistulemuste profiilid

Optimeerimistulemuste analüüsimisel on peamisteks näitajateks kasum ja optimeeritava parameetri robustsus. Robustsuse hindamiskes antud kontekstis on kõige lihtsam vaadelda parameetri muutumise seost kasumiga ja mida sujuvam on selline üleminek, seda robustsema süsteemiga on tegu.

Tabel 5. Optimeerimisprofiil ühe parameetriga

MA1	KASUM
1	-14000 €
2	-16000 €
3	-12000 €
4	-8000 €
5	-500 €
6	12500 €
7	3000 €
8	-13000 €
9	-8000 €
10	4000 €
11	6000 €
12	6500 €
13	7000 €
14	5000 €
15	4500 €

Võtame illustratsiooniks ühe parameetriga kauplemisstrateegia optimeerimisprofiili Tabel 5. Suurima kasumi (12500 €) annab selles profiilis 6 päeva keskmise hinna strateegia. Kui seda tulemust vaadelda isoleerituna teistest tulemustest, siis on see suurepärase. Kui vaadelda sama tulemust võrreldes teda ümbritsevate tulemustega, siis ei ole tegemist enam nii atraktiivse

tulemusega. Vaadates parameetreid ühe sammu võrra kummaski suunas (5 ja 7 keskmise hinna tulemusi) on kasum kukkunud negatiivseks 500 € ja väikese kasumiga 3000 € peale. Nihkudes veel ühe parameetri võrra, on tulemus juba sootuks hull ja kukkunud -8000 € ja -13000 € peale. 6 päeva keskmise hinnaga strateegia on selgelt anomaalia ehk isoleeritud kasumi maksimum ning seetõttu pole ka usaldusväärne.

Samas profiilis on ka teine kasumi maksimum 7000 €, kasutades 13 päeva keskmise hinna strateegiat. See on oluliselt väiksem suurimast kasumist, aga võttes arvesse teda ümbritsevate strateegiate kasumeid, on tegemist palju meeldivama tulemusega. Vaadates parameetreid ühe sammu võrra kummaski suunas, saame kasumiks 6500 € ja 5000 € ning 2 sammu kaugusel asuvad parameetrid annavad kasumiteks 6000 € ja 4500 €. Selle teise kasumi maksimum asub kahtlemata robustsemas strateegia alas kui esimene, mis tähendab, et sellise strateegia optimeerimise tulemusena oleks valituks osutunud kindlasti teine maksimum ehk 13 päeva keskmise hinnaga strateegia. (Pardo, 2008: 231-235)

11.8. Optimeerimistulemused

Optimeerimistulemuste vaatamiseks tuleb testkeskkonnas valida *Optimization Result* aken, kus parema hiirekliki alt avanevast menüüst on võimalik salvestada tulemuste raport, kasutades linki *Save as Report* (vt Pilt 6). Kahjuks ei salvestata raportisse optimeerimise parameetreid, mis tähendab, et nende töötlemiseks tuleb valida samast menüüst *Copy All* ja salvestada tulemused excelisse. Antud töö puhul on tulemuste töötlemiseks kasutatud OpenOffice Calc vahendeid.

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	Inputs
1	25.65	9	1.49	2.85	73.97	4.93	fast_MA=2; slow_MA=4; filter_bars=3; maod_filter=0.35; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
2	76.46	364	1.06	0.21	268.40	17.16	fast_MA=3; slow_MA=28; filter_bars=5; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
3	592.35	162	1.38	3.66	256.18	14.99	fast_MA=8; slow_MA=16; filter_bars=4; maod_filter=0.25; stoploss_pips=50; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
4	749.56	87	1.62	8.62	387.43	19.25	fast_MA=5; slow_MA=19; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
5	127.85	119	1.17	1.07	209.65	13.85	fast_MA=8; slow_MA=16; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
6	46.68	211	1.02	0.22	603.52	30.63	fast_MA=7; slow_MA=31; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
7	66.36	239	1.03	0.28	618.08	34.29	fast_MA=9; slow_MA=13; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
8	367.70	261	1.13	1.41	399.60	20.56	fast_MA=10; slow_MA=13; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
9	19.19	89	1.02	0.22	469.21	25.81	fast_MA=9; slow_MA=28; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
10	604.97	255	1.29	2.37	434.38	19.89	fast_MA=7; slow_MA=19; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
11	874.69	137	1.43	6.38	719.41	27.26	fast_MA=7; slow_MA=22; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
12	65.97	16	1.65	4.12	69.96	4.66	fast_MA=5; slow_MA=28; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
13	134.54	10	1.99	13.45	130.47	8.65	fast_MA=9; slow_MA=46; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
14	138.45	123	1.07	1.13	691.99	38.00	fast_MA=9; slow_MA=46; filter_bars=3; maod_filter=0.05; stoploss_pips=100; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;
15	221.71	93	1.29	2.38	236.65	15.25	fast_MA=6; slow_MA=34; filter_bars=10; maod_filter=0.3; stoploss_pips=70; fast_EMA=8; slow_EMA=34; fast_shift=0; slow_shift=0; point=0.01; maximum_dd=400; trade_percent=2;

Pilt 6: Optimeerimisaken *Optimization Results*

Optimeerimistulemused 2012 aasta kohta leiab raporti failist *OPT_2012\OptimizationReport.htm* ja 2013 aasta kohta *OPT_2013\OptimizationReport.htm*, ning tulemusena saadud parameetrid on salvestatud faili *optimeerimine.ods*.

Töötlemise tulemusena jõudis autor järeldusele, et optimeerimise käigus kasutatud geneetiline algoritm on endast tunda andud, ning mõlemale aastale ei ole leitud ühtegi sarnast parameetrite

kogumit. Siiski ei olnud see optimeerimine päris asjata. Filtreerides välja kõik tulemused, mis andsid alla 100 tehingu ning kasumiks alla 500 €, on võimalik leida ühiseid jooni, mille abil läbi viia uus optimeerimine ilma geneetilise algoritmita, ehk *brute force* meetodil.

Samuti on nende kahe optimeerimise tulemusena selge, et suur hulk erinevate parameetrite kombinatsioone suudab toota antud strateegiaga kasumit, mis näitab süsteemi robustsust ja annab kindlust viia läbi veel üks tsüklil optimeerimisi, aga seekord juba piirates veelgi optimeeritavate parameetrite samme. Uued optimeerimised viime läbi samadel ajaperioodidel järgnevate parameetritega:

- fast_MA vahemikuga 4 – 8 sammuga 2 (kokku 3)
- slow_MA vahemikuga 10 – 34 sammuga 6 (kokku 5)
- filter_bars vahemikuga 4 – 10 sammuga 2 (kokku 4)
- macd_filter vahemikuga 0.1 – 0.4 sammuga 0,1 (kokku 4)
- stoploss_pips vahemikuga 20 – 60 sammuga 10 (kokku 5)

Selliste parameetrite ja sammude valik annab testide arvuks $3 * 5 * 4 * 4 * 5 = 1200$ ja ajaliselt võtab see aega ligikaudu 7 tundi.

Uued optimeerimised osutusid oluliselt edukamaks, kui esialgsed. 1200 testist oli mõlemal optimeerimisel enam kui 600 positiivset vastet, mida võib lugeda väga heaks tulemuseks. Analüüsides saadud tulemusi, võib öelda, et turu järjest kiiremaks muutumise tulemusena, on vaja muuta ka slow_MA sammu väiksemaks. Kui 2012 aastal andis parimaid tulemusi 28 ja 34, siis aastaks 2013 olid parimad tulemused juba 16 peal.

Samuti mängib olulist rolli stoploss_pips-ide arv, mille suurendamisel väheneb risk. Kui selle parameetri väärtus on 20, siis enamasti on maksimaalne *drawdown* üle 40% ja suurendades stoploss_pips 40 peale, väheneb riski tase alla 30% ning kohati isegi alla 20%.

Et olla kindel turuolukorra muutumises, sai tehtud ka kolmas optimeerimine vahemikus 01.06.2012 - 30.06.2013, mille puhul slow_MA parimaks väärtuseks oli enamasti 22, mis kinnitab tehtud järeldust esimese kahe optimeerimise põhjal.

Tulemused optimeerimiste kohta leiab raportitest, mis asuvad kaustades *OPT_2012_teine*, *OPT_2013_teine* ja *OPT_201206_201306_teine* ning töödeldud optimeerimise tulemused leiab failist *optimeerimine_teine.ods*.

12. Walk-forward analüüs

Kui kauplemisstrateegia on näidanud positiivseid tulemusi optimeerimises, siis viimaseks sammuks arendusprotsessis on *walk-forward* analüüs. Selle protsessi ülesanne on hinnata loodud süsteemi jõudlust läbi testimise optimeerimisvahemikust väljapoole jäävate testandmetega.

Kui kauplemisstrateegia näitab häid tulemusi *walk-forward* analüüsi käigus, siis on järelikult tegemist piisavalt robustse süsteemiga, mis toodab ka reaajas kasumit. *Walk-forward* analüüs on lähim võimalik simulatsioon reaajas kauplemisele ja annab vastuse olulistele küsimustele.

1. Kas strateegia on piisavalt robustne? Kas see toodab kasumit ka reaajas?
2. Kui suurt kasumit hakkab strateegia tootma reaajas kauplemisel
3. Kuidas mõjutavad turu tüüpilised muutused nagu näiteks trendi muutus ja kauplejate arv, strateegia jõudlust?

(Pardo, 2008: 237-238)

Optimeerimistulemuste analüüsina sai *walk-forward* parameetriteks valitud $fast_MA = 6$, $slow_MA = 16$, $filter_bars = 6$, $macd_filter = 0.1$ ja $stoploss_pips = 40$. Nende parameetrite tulemustena olid kõigi kolme optimeerimise käigus maksimaalne *drawdown* alla 30%, kasum natuke üle 1100 € aasta kohta, mis näitab, et nende parameetrite stabiilsust kasutatud strateegia puhul. Lisaks on kasumlikud alad kõikidel parameetrite muutmistel suuremaks ja väiksemaks, mis näitab süsteemi robustsust ja võimet üle elada lühiajalised turumuutused. Raport *walk-forward* testi kohta ajavahemikus 01.01.2014 – 31.03.2014 on salvestatud kausta WALK_FORWARD.

Tulemutest on näha, et positiivsete tehingute protsent on 32.98% ja maksimaalne *drawdown* 18.48% (300.03 €), mis on sarnased näitajad optimeerimise käigus saadud tulemustele. Paraku on testperiood, kas liiga lühike või turg jõudnud, juba piisavalt muutuda, et näidata kasumlikkust ning tootlus on kolme kuu perioodi peale -45,59 ja *Profit Factor* 0,95.

12.1. Walk-Forward Efficiency

Walk-Forward Efficiency (WFE) on mõõde, mis võimaldab meil võrrelda optimeerimistulemusi *Walk-Forward* testi tulemustega aastases lõikes, andes unikaalse mõõtmistulemuse tegelikule optimeerimise kvaliteedile.

$$WFE = KAOK / KAWFK$$

KAOK = keskmine aastane optimeerimise kasum

KAWFK = keskmine aastane *Walk-Forward* kasum

Kui WFE tulemuseks saadakse ligikaudu 25%, siis võib olla kindel, et kauplemissüsteemi arendamisel on tehtud viga, strateegia ei ole piisavalt hea kauplemiseks või on tegemist üleoptimeerimisega.

Robustse strateegia WFE on suurem kui 50% või 60%. Tegelikuses ei ole aga ühtegi põhjust, miks kauplemissüsteem ei võiks näidata suuremat jõudlust andmete peal, mida optimeerimise käigus kasutatud pole.

(Pardo, 1992: 145-146)

Näitena loodud strateegia puhul on WFE väärtuseks -7, 08%, mis tähendab, et võib kindel olla kauplemissüsteem ei ole piisavalt hea kauplemiseks.

$$KAOK = (1457,55 + 1125,96) / 2 = 1291,76 \text{ €}$$

$$KAWFK = -45,59 * 4 = -182,36 \text{ €}$$

$$WFE = 1291,76 / -182,36 = -7,08\%$$

13. Strateegia võrdlemine alternatiividega

Selleks hetkeks on strateegia arendamise protsess jõudnud punkti, kus strateegia:

- on testitaval kujul ja töötab vastavalt spetsifikatsioonidele
- töötab järjepidevalt vastavalt teoreetilistele ootustele
- on piisavalt robustne läbimaks teste
- on saanud kasu optimeerimisprotsessist
- on läbinud edukalt *walk-forward* testi
- on valmis reaalajas kauplemiseks

Enne reaalajas kauplemist on aga vaja võtta kokku informatsioon saadud protsessidest ning ühtlasi viia ka läbi võrdlus antud strateegia alternatiividega.

Kauplemisstrateegia alternatiivideks on teised investeerijale teada olevad investeerimisvõimalused, mille hulka kuuluvad nii investori enda arendatud strateegiad, kui ka pea et olematu riskiga hoiused.

Näiteks võib tuua Swedbanga poolt pakutavad tähtajalised hoiused, mille aastane intress sõltub hoiustatavast summast ning isegi valuutast. Kui võtta hoiustamine aastaseks perioodiks, kasutades valuutana eurot, siis on intressimääraks 0.36% ning võrdluseks sama hoius, kasutades valuutana aud-i, on intressimäär 2.05%.

Veelgi paremaid tingimusi riskivabaks hoiustamiseks pakub näiteks Austraalia pank Commonwealth. Tähtajalised hoiused hakkavad seal küll 10000 aud-ist, kuid aastane intress on juba 3.2% ning väiksemad (alampiir puudub) kogumishoiused võimaldavad riskivaba intressi 3% aastas, kusjuures finantsid ei ole lukustatud kasutamiseks, vaid ligipääsetavad igal hetkel, kui peaks vaja minema.

Investeerimishoiustena pakuvad erinevad pangad võimalusi sõlmida kuni 4 aastaseid lepinguid, tagades investeerimissumma selle aja lõpuks või positiivse tootluse korral piiratakse tootluse ülempiir enamasti 20% peal.

Lisaks eelpoolnimetatule, tuleb strateegia käigus hoidmiseks arvesse võtta kõikvõimalikke hoolduskulusid alates arvutite soetamisest/rentimisest ja lõpetades tööjõuga. Kõik kulud, mis võivad kuidagi mõjutada strateegia ülalhoidu, on olulised ning strateegia peab pakkuma kas piisavalt atraktiivset tootlust või alternatiivi konkurentidele, et enda ülalpidamist õigustada.

14. Strateegia kauplemine

Teekond, mille kaupleja peab läbima, ideest kuni reaalses kauplemiseni on äärmiselt pikk. Kui tulemus on positiivne ja strateegia hakkab tootma kasumit, siis on see kahtlemata väärt selle teekonna läbimist. Paraku ei saa kaupleja käed rüpes istuma jääda ka peale strateegia reaalses kauplemisse panekut, vaid peab hoidma ennast kursis strateegia jõudlusega ning turumuutustega, mis võivad mõjutada kaupleja tööd. (Pardo, 2008)

14.1. Reaalaja ja testperioodi kauplemisjõudluse hindamine

Tüüpiliselt hinnatakse kauplemisstrateegiat ainult tema kasumi järgi ja kasum on muidugi see, mis kauplejat kõige enam motiveerib. Tegelikult on aga teine samaväärne või tihti isegi olulisem moodus strateegia hindamiseks. Reaalses kaubeldava strateegia hindamisel tuleb arvesse võtta nii kauplemise käigus saadavaid tulemusi, kui ka strateegia testimisperioodi jõudlust. Kauplemisstrateegia töötab vastavalt ootustele ehk normaalselt ainult siis, kui selle reaalaja jõudlus on samal tasemel testperioodiga.

Näitena võib tuua strateegia, mis testperioodil toodab keskmiselt 1000 € iga kuu ja kolme kuu peale reaalses toodab see vaid 2000 €. Selline strateegia käitumine tähendab, et see ei ole samal tasemel testperioodiga.

Kuna kauplemisstrateegia käiku võtmisel võib esimeseks tehinguks osutada nii negatiivne kui positiivne tehing, siis ei tasu liialt kiiresti järeldusi tegema hakata ja ehmuda esimestest tagasilöökidest. Statistika on see, mis loeb ja paari esimese tehingu põhjal ei ole võimalik statistiliselt paikapidavaid oletusi teha. Selleks, et lihtsustada kauplemisjõudluse hindamist, tuleb enne strateegia kasutamiselevõttu teha eeltööd ning välja tuua hinnak statistilisi andmeid, mis aitavad hinnata strateegia edasist käekäiku.

1. Aastane kasum
2. Tehingute arv aastas
3. Positiivsete tehingute protsent
4. Suurim kasumlik tehing
5. Suurima kasumliku tehingu ajaline pikkus
6. Keskmine kasumlik tehing
7. Keskmise kasumliku tehingu ajaline pikkus

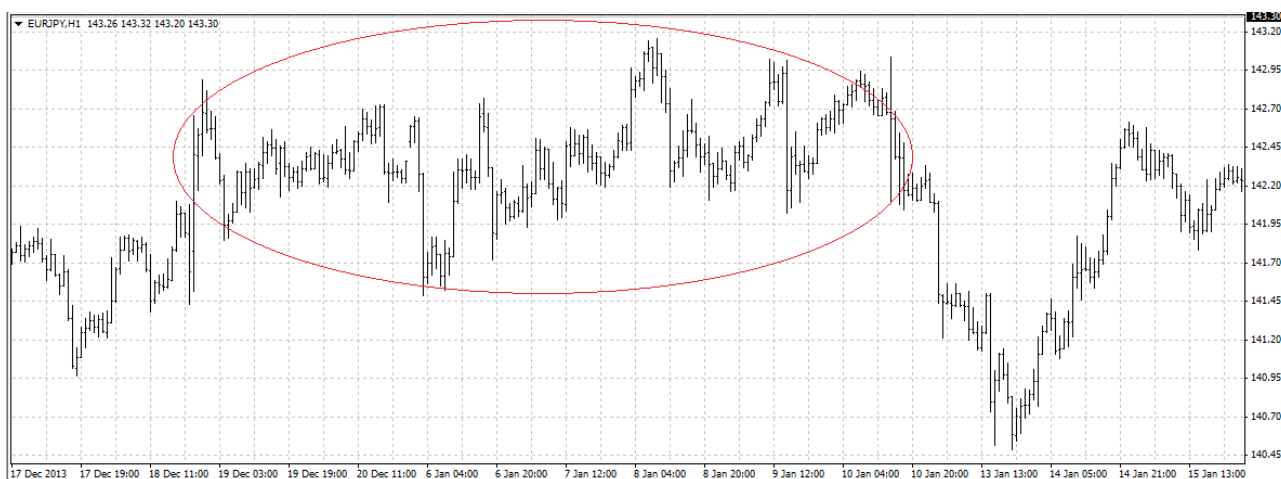
8. Suurim kahjumlik tehing
9. Suurima kahjumliku tehingu ajaline pikkus
10. Keskmise kahjumlik tehing
11. Keskmise kahjumliku tehingu ajaline pikkus
12. Keskmise kasumlike tehingute seeria suurus
13. Keskmise kasumlike tehingute seeria ajaline pikkus
14. Suurim kasumlike tehingute seeria suurus
15. Suurima kasumlike tehingute seeria ajaline pikkus
16. Keskmise kahjumlike tehingute seeria suurus
17. Keskmise kahjumlike tehingute seeria ajaline pikkus
18. Suurim kahjumlike tehingute seeria
19. Suurima kahjumlike tehingute seeria ajaline pikkus
20. Maksimaalne *drawdown*
21. Maksimaalse *drawdowni* ajaline pikkus

Varustatud sellise hindamis- ja kauplemisprofiiliga, peaks kaupleja olema võimeline adekvaatselt hindama reaajas kauplemise kvaliteeti. (Pardo, 2008: 308-310)

15. Täiustamine ja areng

Kauplemisstrateegia fundamentaalse teooria tundmine lihtsustab oluliselt strateegia järjepidevat parendamist. Varustatuna teadmistega, on oluliselt lihtsam jälgida strateegia tööd, leida nõrkusi ning vigu, mida kohendada tuleviku tarvis.

Näitena koostatud kauplemisstrateegia *Walk-Forward* ei andnud piisavalt häid tulemusi, et sellega minna reaalsele turule, mis tähendab, et strateegia loomise protsessi tuleb alustada algusest peale. Lähemalt uurides testide tulemusi valitud parameetritega 2012 ja 2013 aastate kohta (WF_2012 ja WF_2013 kaustades), võib välja lugeda, et strateegia käitub eesmärgi kohaselt aegadel, kus turul on välja kujunenud trendid, ehk ta liigub sujuvalt ühes või teises suunas. Probleemseks osutuvad kohad, kus turu kõikumine muutub liiga kiireks, nii et jõutakse just kasumlikku perioodi, kui turg liigub juba jälle vastassuunas, põrgates vastu asetatud *stoploss* positsiooni või saades vastassuunalise kauplemissignaali, sulgedes tehingu ja avades uue, kui ollakse alles kahjumlikus alas. Sellist turuolukorda, kus hinnakõikumine käib kindlate hinnavahemike piires, liikudes tegelikult ainult külgsuunalise, nimetatakse *ranging marketiks*.



Pilt 6: *ranging market*

Selle strateegia täiendamisenä tuleks esmalt leida lahendus just selle probleemile. Üheks variandiks võiks olla sellises alas kasutada 15 minuti graafikut ja/või sooritada tehinguid kasutades *take profit*-it.

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli anda ülevaade kauplemiseks vajalikest teadmistest ning seejärel keskenduda automatiseeritud kaupleja optimeerimisprotsessidele. Samm-sammult liikudes tuli alustada ideest, mis hiljem tõlgiti testitavale kujule. Loodi vahendid strateegia visuaalseks kontrolliks indikaatorite näol ning heideti pilk 2013 aasta kauplemistulemustele selle strateegiaga. Peale lugematuid kordi koodi parandamist ja tulemuste uuesti testimist, jõuti piisavalt stabiilse versioonini, et liikuda edasi järgmise etapi juurde, milleks oli optimeerimine.

Optimeerimisena kasutati 2012 ja 2013 aasta perioode, optimeerides suurt hulka parameetreid. Kasutati selleks geneetilist algoritmi, mis andis piisavalt palju tulemusi, et nende põhjal piirata optimeeritavate parameetrite vahemikke veelgi. Viidi läbi teine seeria optimeerimisi, aga seekord juba ilma geneetilise algoritmita ehk *brute force* meetodil, mis proovib läbi kõik võimalikud parameetrite kombinatsioonid, andes seeläbi veelgi täpsemad tulemused.

Optimeerimistulemuste töötlemise tulemusena võrreldi võimalikke parameetrite nihkumisi erinevates suundades ning lõpptulemusena valiti välja autorile sobivaim kombinatsioon, mis andis piisavalt ruumi parameetrite kõikumisele ning hoidis riski ning võidu suhte vastuvõetavana. Nende tulemustega viidi läbi ka viimane arendusprotsessi samm *Walk-Forward* test, mis kahjuks ei andnud positiivset tulemust. Optimeerimistulemusi lähemalt uurides, leidis autor, et *Walk-Forward* testi tulemused sattusid langusperioodi, ning kattusid oma pikkuselt kui ka suuruselt eelnevate aastate tulemustega samadel parameetritel. Siiski näeb optimeerimisprotsess ette, et turvaline kauplemisvahemik strateegiale, mida optimeeriti 2 aasta andmetega on ligikaudu 3 – 6 kuud, siis ei anna selline asjade käik piisavat kindlust minna turule strateegiaga, mis ei ole võimeline tootma kasumit igakuiselt. Paraku tuli välja strateegia puudujääk kaubelda *ranging marketi* tingimustes alles viimases arendusetapis, mis tähendab arendusprotsessi algusesse tagasi minekut ning täiendamist nii, et toetatud oleks ka nimetatud turutingimused.

Kuna kogu protsess on töö arenduse käigus juba läbi võetud ja otsast peale selle läbi viimine antud töö raames ületaks suuresti autori võimaluste ja töö mahu piirid, siis võtab ta töö kokku teadmistega, et automatiseeritud kaupleja loomisel ei ole otstarbekas luua strateegiat, mis ei arvestaks kõigi turutingimustega ning tootlus peab olema juba testperioodis igakuiselt positiivne olenemata turuolukorrast.

Töö alguses püstitatud eesmärgina pidi valmina strateegia, mis on valmis kauplema reaalsel turul. Kahjuks ei läinud see osa tööst plaanipäraselt ning jääb tulevikus lahendamiseks. Sellest hoolimata on autor andnud ülevaate protsessidest, mida tuleb läbi viia, et saavutada soovitud tulemus ning

leiab, et on omandanud piisavad teadmised positiivsete tulemusteni jõudmiseks ning edasi andnud hea hulga informatsiooni inimestele, kes soovivad ennast selles valdkonnas arendada.

Summary

Optimization of Automated Trading Systems on the Example of Forex Market

The aim of the present thesis is to give an overview of knowledge some needs for trading in the Forex market and to focus on optimization processes of automated trading systems.

First part of this work is focused on trading in the Forex market. It has all the basic information some needs to start educating itself on trading in the Forex market. There is information about the market, when it is open, when it is closed and which times are best for trading. What methods are used to analyze systems that keeps a good trader on track and how to manage your money.

The second part focuses on automated systems, which removes emotional aspects from trading, gives confidence and shows some insight in trading system statistics. To be free from emotional aspect and having the knowledge of how much your system actually should produce a profit, are the best two things there is to give us peace of mind.

In optimization part we walk through every part of developing automated systems. There is a code example of a trading system, made specifically for this work. Custom indicator is made to visualize trading points and therefore to check for errors. Trading platform for this code is Metatrader 4, which is one of the biggest and best freely available software at this moment. It includes everything one needs to get started on traders world. Sadly this software doesn't include Walk-Forward testing capability, but it is fixed in the next version.

Unfortunately automated system made during this work, is not capable of producing real time profit and fails in ranging market conditions. In spite of that little setback it gives a create deal of information to every reader, who is new in automated systems and helps to make sense how things work. This collection of information is the first step to everyone, who consider automated trading as their second income or as a ticket to freedom of money.

Most of the work gets its information how to do things correctly from Robert Pardo books *Design, Testing, and Optimization of Trading Systems* and *The Evaluation and Optimization of Trading Stradegies*. This man is one of the first who writes about this subject and has been successful at this for decades.

Kasutatud kirjandus

1. *Benefits of Keeping a Journal*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 20.04.2014. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/keeping-a-trading-journal/benefits-of-keeping-a-journal.html>
2. *Best Days of the Week to Trade*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 28.10.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/preschool/when-can-you-trade-forex/best-days-of-the-week-to-trade.html>
3. *Calculating Position Sizes*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 31.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/senior-year/position-sizing/calculating-position-sizes.html>
4. *Design Your Trading System in Six Steps*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 31.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/create-your-own-trading-system/design-your-trading-system.html>
5. *Don't Lose Your Shirt*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 29.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/senior-year/risk-management/dont-lose-your-shirt.html>
6. *Drawdown and Maximum Drawdown*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 29.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/senior-year/risk-management/drawdown-and-maximum-drawdown.html>
7. Lass, H. (2012). *Libiseval keskmisel MA89 põhineva finantsnõustaja loomine metatrader 4 info- ja kauplemisterminalile*. Tallinna Ülikool: Informaatika instituut.
8. *London Session*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 28.10.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/preschool/when-can-you-trade-forex/london-session.html>
9. *Mechanical Trading Systems*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 30.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/create-your-own-trading-system/mechanical-trading-systems.html>
10. *Mis on Forex? Fundamentaalanalüüs*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev 02.11.2013. a., allikas: <http://realtrader.org/ee/page/?id=31>
11. *New York Session*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 28.10.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/preschool/when-can-you-trade-forex/new-york->

[session.html](#)

12. Pardo, R. (1992). *Design, Testing, and Optimization of Trading Systems* (2nd ed.). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
13. Pardo, R. (2008). *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies* (2nd ed.). Hodoke, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
14. *Reward-to-Risk Ratio*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 29.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/senior-year/risk-management/reward-to-risk-ratio.html>
15. *Sentiment Analysis*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 02.11.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/kindergarten/three-types-of-analysis/sentimental-analysis.html>
16. *Summary: Creating Your Own Mechanical Trading System*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 30.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/create-your-own-trading-system/summary-creating-your-own-trading-system.html>
17. *Tehniline analüüs*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 02.11.2013. a., allikas: http://www.tarkinvestor.ee/wiki/index.php/Tehniline_anal%C3%BC%C3%BCs
18. *The Big Three*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 02.11.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/kindergarten/three-types-of-analysis/the-big-three.html>
19. *Tokyo Session*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 28.10.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/preschool/when-can-you-trade-forex/tokyo-session.html>
20. *Trading Sessions*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 28.10.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/preschool/when-can-you-trade-forex/trading-sessions.html>
21. *What is a Trading Plan*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 20.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/developing-your-own-trading-plan/what-is-a-trading-plan.html>
22. *What is Risk Management*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 28.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/senior-year/risk-management/what-is-risk-management.html>
23. *What Should You Record in Your Journal*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 20.04.2014. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/keeping->

[a-trading-journal/what-should-you-record-in-your-journal.html](http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/developing-your-own-trading-plan/why-do-you-need-a-trading-plan.html)

24. *Why Do you need Trading Plan.* (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 20.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/developing-your-own-trading-plan/why-do-you-need-a-trading-plan.html>
25. *Why Do you need Trading Plan.* (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 20.12.2013. a., allikas: <http://www.babypips.com/school/undergraduate/junior-year/developing-your-own-trading-plan/why-do-you-need-a-trading-plan.html>

Lühendid ja mõisted

Likviidne turg – paljude pakkumis- ja ostutehingutega turg, millel on väikesed komisjonitasud ja madal volatiilsus.

Volatiilsus - kursikõikumiste määr, mida mõõdetakse variatsiooniarvudega, näit. keskmise hälbega.

Pips - valuutakursside koteeringute minimaalne muutus.

Koteering– ühe riigi rahvusliku valuuta hulk, mis on vajalik ühe ühiku valuuta ostuks.

MA - Moving Average, valuutapaari keskmine hind, arvutatuna mingi perioodi alusel.

MACD - Moving Average Convergence/Divergence, libisevate keskmiste koondavusel või lahknemisel põhinev indikaator.

Stoploss - positsiooni sulgemise hind kaupleja kahjude vähendamiseks, mis pannakse paika kauplemistehingut tehes (võimalus ka hiljem muuta)

Lot – Forex turule omane kauplemisühik, mille standardsuurus on 100 000 ühikut, mingit valuutat.

Küünal - koosneb riskülikust, mis asub avamis- ja sulgemishinna vahel ja seda kutsutakse küünla kehaks. Joonekesed keha küljest kuni maksimaalse ja minimaalse hinnani aja intervallil on vari. Küünal, millel $C > 0$ - on valge, küünal, millel $C < 0$ - on musta värvi. Valge küünal näitab, et hinnad on tõusnud, must küünal näitab, et hinnad on langenud. Jaapani küünlad kujutavad endast küünalde jada, mis vastavad graafiku ehituse intervallide jadale.

Robustsus – tähendab võimet olla produktiivne ka ajal, kus turg on muutunud või on muudetud mingeid tingimusi, mis võiksid mõjutada produktiivsust.

Metatrader – kauplemisplatvorm loodud põhiliselt Forex turul kauplemiseks.

Spread – müügi ja ostuhinna vahe pipsides

Curve-fitting - statistiline termin, mis tähendab joone või kurvi enam-vähem ühilduma panemist andmetega.

Profit Factor – mõõde, mis näitab teenitud ühikuid iga kaotatud ühiku kohta.

LISAD

Lisa 1: funktsioonid

```
//+-----+
//|                                     hardo_lass.mqh |
//|                                     |
//|                                     |
//+-----+
#property copyright "Hardo Lass"
#property link ""

//MACD filter - calculates area where we dont trade
void _MACD_in_filterzone(int &fast_EMA, int &slow_EMA, double &macd_filter, int &filter_bars, bool
    &filter_area, bool &filter_zone, int pos){
    double current_macd_temp;
    int filter_zone_count = 0;
    filter_area = false;
    filter_zone = false;

    double current_macd = iMA(NULL, 0, fast_EMA, 0, MODE_EMA, PRICE_CLOSE, pos) - iMA(NULL, 0,
        slow_EMA, 0, MODE_EMA, PRICE_CLOSE, pos);
    double macd_abs = MathAbs(current_macd);

    if (macd_abs < macd_filter) {
        filter_area = true;

        for(int i = 0; i < filter_bars; i++){
            current_macd_temp = iMA(NULL, 0, fast_EMA, 0, MODE_EMA, PRICE_CLOSE, pos + i) - iMA(NULL,
                0, slow_EMA, 0, MODE_EMA, PRICE_CLOSE, pos + i);
            macd_abs = MathAbs(current_macd_temp);

            if (macd_abs < macd_filter) {
                filter_zone_count++;
            }
        }

        if (filter_zone_count >= filter_bars) {
            filter_zone = true;
        }
    }
}

//MA buy signal, calculates all trading signals
void _MA_signal_order(int fast_MA, int slow_MA, int fast_shift, int slow_shift, double &fast_ema,
    double &slow_ema, int &order_type, int pos){
    order_type = -1;
    fast_ema = iMA(NULL,0,slow_MA,slow_shift,MODE_SMA,PRICE_MEDIAN, pos);
    slow_ema = iMA(NULL,0,fast_MA,fast_shift,MODE_SMA,PRICE_MEDIAN, pos);
    double ema_difference = fast_ema - slow_ema;

    double fast_ema_last = iMA(NULL,0,slow_MA,slow_shift,MODE_SMA,PRICE_MEDIAN, pos+1);
    double slow_ema_last = iMA(NULL,0,fast_MA,fast_shift,MODE_SMA,PRICE_MEDIAN, pos+1);
    double ema_difference_last = fast_ema_last - slow_ema_last;

    //BUY signal
    if (ema_difference > 0 && ema_difference_last < 0){
        order_type = OP_SELL;
    }
    //SELL signal
    if (ema_difference < 0 && ema_difference_last > 0){
        order_type = OP_BUY;
    }
}
```

Lisa 2: indikaatorid

```
//+-----+
//|                                     hardo_lass_filters.mq4 |
//|                                     |
//|                                     |
//+-----+
#property copyright "Hardo Lass"
#property link      ""

#include <hardo_lass.mqh> //functions

//+-----+
//| Custom indicator initialization function |
//+-----+
//---- indicator settings
#property indicator_chart_window
#property indicator_buffers 6

#property indicator_color1 Blue
#property indicator_width1 3

#property indicator_color2 Red
#property indicator_width2 3

#property indicator_color3 Red
#property indicator_width3 1

#property indicator_color4 Red //Sell
#property indicator_width4 1

#property indicator_color5 Red
#property indicator_width5 1

#property indicator_color6 Blue //Buy
#property indicator_width6 1

extern int fast_EMA = 8;
extern int slow_EMA = 34;

extern int fast_MA = 5;
extern int slow_MA = 20;
extern int fast_shift = 0;
extern int slow_shift = 0;

extern int filter_bars = 5;
extern double macd_filter = 0.2;

double MACDSignalBuffer[], MACDFilterBuffer[], EMASlowFilterBuffer[],
EMABuyBuffer[], EMASellBuffer[];

//+-----+
//| sets all drawing settings |
//+-----+
int init(){
    SetIndexStyle(0, DRAW_LINE);
    SetIndexDrawBegin(0, 1);
    SetIndexBuffer(0, MACDSignalBuffer);

    SetIndexStyle(1, DRAW_LINE);
    SetIndexDrawBegin(1, 1);
    SetIndexBuffer(1, MACDFilterBuffer);

    SetIndexStyle(2, DRAW_LINE);
    SetIndexDrawBegin(2, 1);
    SetIndexBuffer(2, EMASlowFilterBuffer);

    SetIndexStyle(3, DRAW_ARROW);
    SetIndexArrow(3, 242);
    SetIndexBuffer(3, EMASellBuffer);

    SetIndexStyle(4, DRAW_LINE);
    SetIndexDrawBegin(4, 1);
    SetIndexBuffer(4, EMASlowFilterBuffer);
}
```

```

SetIndexStyle(5, DRAW_ARROW);
SetIndexArrow(5, 241);
SetIndexBuffer(5, EMABuyBuffer);

IndicatorShortName("Filters and indicators");
return(0);
}

//+-----+
//| Custom indicator iteration function |
//+-----+
int start(){
    int limit, i, order_type;
    int counted_bars = IndicatorCounted();
    double fast_ema, slow_ema;
    bool filter_zone, filter_area;

    if(counted_bars > 0) counted_bars--;
    limit = Bars - counted_bars;

    for(i = limit; i > 0; i--){
        //MACD filter - shows trade restricted area
        _MACD_in_filterzone(fast_EMA, slow_EMA, macd_filter, filter_bars, filter_area, filter_zone,
i);
        if(filter_area == true){
            MACDSignalBuffer[i] = Close[i];
        }
        if (filter_zone == true){
            MACDFilterBuffer[i] = Close[i];
        }

        //Simple Moving Avarage buy and sell signal - shows all trading signals
        _MA_signal_order(fast_MA, slow_MA, fast_shift, slow_shift, fast_ema, slow_ema, order_type, i);
        EMAFastBuffer[i] = fast_ema;
        EMASlowFilterBuffer[i] = slow_ema;

        if (order_type == OP_BUY){
            EMABuyBuffer[i] = fast_ema - 0.0005;
        }
        if (order_type == OP_SELL){
            EMASellBuffer[i] = fast_ema + 0.0005;
        }
    }
    return(0);
}
//+-----+

```

Lisa 3: automatiseeritud kaupleja

```
//+-----+
//|                                     hardo_lass_expert.mq4 |
//|                                     |
//|                                     |
//+-----+
#property copyright "Hardo Lass"
#property link ""

#include <hardo_lass.mqh> //functions
//+-----+
//|EXTERNAL PARAMETERS |
//+-----+
extern int fast_EMA = 8;
extern int slow_EMA = 34;

extern int fast_MA = 5;
extern int slow_MA = 20;
extern int fast_shift = 0;
extern int slow_shift = 0;

extern int filter_bars = 5;
extern double macd_filter = 0.2;

extern double stoploss_pips = 50;
extern double point = 0.01;

extern double maximum_dd = 400; //maximum drawdown
extern double trade_percent = 2; //percent per trade

//+-----+
//|OTHER PARAMETERS |
//+-----+
double min_lot, max_lot, one_lot, step, stop_level, ticket_lots;
int ticket_type, last_ticket, ticket, order_type, this_bar_trade;
string symbol;

//+-----+
//| starts only once, when expert is activated |
//+-----+
int init(){
    Print(MarketInfo(Symbol(), MODE_LOTSIZE));
    Print(MarketInfo(Symbol(), MODE_MINLOT));
    Print(MarketInfo(Symbol(), MODE_LOTSTEP));
    Print(MarketInfo(Symbol(), MODE_MAXLOT));
    Print(MarketInfo(Symbol(), MODE_POINT));

    symbol = Symbol();
    updateMarketInfo(min_lot, max_lot, one_lot, step, stop_level, symbol);
    Print("ADVISOR LOADED...");
    return (0);
}
//+-----+
//| starts this functions every time server sends information |
//+-----+
int start(){
    if(Bars < slow_EMA) // Not enough bars to start trading
    {
        Alert("Not enough bars in the window. EA doesn't work.");
        return(0);
    }
    if (Bars == this_bar_trade ) { // ensure only one trade opportunity per bar
        return(0); // Exit start()
    }

    RefreshRates();
    updateMarketInfo(min_lot, max_lot, one_lot, step, stop_level, symbol);
    main();

    return(0);
}
//+-----+
//| most of trading decitions is made here |
```

```

//+-----+
void main(){
    double fast_ema, slow_ema;
    bool filter_area, filter_zone, ticket_closed, has_tickets;
    int total = 0;

    ticket = -1;
    ticket_type = -1;

    //loopes over orders
    for (int i = OrdersTotal()-1; i >= 0; i--){
        if (OrderSelect(i, SELECT_BY_POS) == true){ // order exists
            if (OrderSymbol() != symbol) continue; // another security
            if (OrderType() > 1){ // pending order found
                Alert("Pending order detected. EA doesn't work.");
                return; // Exit start()
            }
            total++;
            if (total > 1){ // NO MORE THAN ONE ORDER CAN BE MANAGED (Metatrader rule)
                Alert("Several market orders. EA doesn't work.");
                return; // Exit start()
            }
            ticket = OrderTicket(); // selected ticket
            ticket_type = OrderType(); // type of selected ticket
            ticket_lots = OrderLots(); // amount of lots
        }
    }

    has_tickets = isAnyTickets(); //checkes if there is any active orders

    //calculates filter zone information
    _MACD_in_filterzone(fast_EMA, slow_EMA, macd_filter, filter_bars, filter_area, filter_zone, 0);

    //calculates trade signals
    _MA_signal_order(fast_MA, slow_MA, fast_shift, slow_shift, fast_ema, slow_ema, order_type, 0);

    //if not in filter zone
    if(filter_zone == false){
        //if has tickets and order type is different than ticket type
        if(has_tickets == true && order_type != -1 && order_type != ticket_type){
            ticket_closed = closeTickets(order_type);
        }

        //if no tickets
        has_tickets = isAnyTickets();
        if(has_tickets == false && order_type != -1){
            createOrder(order_type, filter_zone, fast_EMA, slow_EMA);
        }
    }
    if(filter_zone == true){
        if(has_tickets == true && order_type != -1 && order_type != ticket_type){
            ticket_closed = closeTickets(order_type);
        }
    }
}
//+-----+
//| checks if there is any active orders |
//+-----+
bool isAnyTickets(){
    if (ticket == -1 || OrderSelect(ticket, SELECT_BY_TICKET)==false) return (false);
    return(true);
}
//+-----+
//| closes active orders |
//+-----+
bool closeTickets(int order_type){
    bool response = false;

    if (order_type == OP_BUY){
        response = OrderClose(ticket, ticket_lots, Bid, 50);
    }
    if (order_type == OP_SELL){
        response = OrderClose(ticket, ticket_lots, Ask, 50);
    }
    this_bar_trade = 0; //make sure this_bar_trade is updated after close
    return(response);
}

```

```

//+-----+
//| creates orders |
//+-----+
void createOrder(int order_type, bool filter_zone, double fast_EMA, double slow_EMA){
    double stop_loss, lots;
    RefreshRates();
    string symbol = Symbol();
    double free_money = AccountFreeMargin();
    double leverage = AccountLeverage();

    if (order_type == OP_BUY){
        stop_loss = NormalizeDouble(Bid - stoploss_pips * point, Digits); //calculates stop_loss
position
        lots = calculateLots(stoploss_pips, order_type); //calculate position size, by stoploss size
        ticket = OrderSend(symbol, OP_BUY, lots, Ask, 5, stop_loss, 0, "ASK", 0, 0, Green); //Open Buy
buy
    }
    if (order_type == OP_SELL){
        stop_loss = NormalizeDouble(Ask + stoploss_pips * point, Digits); //calculates stop_loss
position
        lots = calculateLots(stoploss_pips, order_type); //calculate position size, by stoploss size
        ticket = OrderSend(symbol, OP_SELL, lots, Bid, 5, stop_loss, 0, "BID", 0, 0, Tomato); //Open
Sell position
    }
    this_bar_trade = Bars; //make sure this_bar_trade is updated after order
}
//+-----+
//| calculates order size by predefined rules and market info |
//+-----+
double calculateLots(double stoploss_pips, int order_type){
    double lots;
    double free_money = AccountFreeMargin();
    double lot_size = 100000;
    double lot_steps = MarketInfo(symbol, MODE_LOTSTEP);

    double tradeable_money = free_money - maximum_dd; //etc. 1000 = 1400 - 400
    double money_per_trade_eur = tradeable_money * trade_percent / 100; //etc. 20 = 1000 * 2 / 100

    //BASE CURRENCY IS EUR
    if (order_type == OP_BUY) {
        lots = money_per_trade_eur / (lot_size * point * (1 / Bid) * stoploss_pips);
    }
    if (order_type == OP_SELL) {
        lots = money_per_trade_eur / (lot_size * point * (1 / Ask) * stoploss_pips);
    }
    return (NormalizeDouble(lots, Digits));
}
//+-----+
//| updates market info |
//+-----+
void updateMarketInfo(double &min_lot, double &max_lot, double &one_lot, double &step, double
&stop_level, string symbol){
    min_lot = MarketInfo(symbol, MODE_MINLOT);
    max_lot = MarketInfo(symbol, MODE_MAXLOT);
    one_lot = MarketInfo(symbol, MODE_MARGINREQUIRED);
    step = MarketInfo(symbol, MODE_LOTSTEP);
    stop_level = MarketInfo(symbol, MODE_STOPLEVEL);
}

```

Lisa 4: tööle lisanduvate kaustade ja failide loetelu

ESMANE_TESTIMINE – esmase testimise raport

KOOD – töös kasutatud automatiseeritud kaupleja, indikaatorite ja funktsioonide kood

OPT_2012 – esimese optimeerimise raport 2012 aasta kohta

OPT_2012_teine – teise optimeerimise raport 2012 aasta kohta

OPT_2013 – esimese optimeerimise raport 2013 aasta kohta

OPT_2013_teine – teise optimeerimise raport 2013 aasta kohta

OPT_201206_201306_teine - teise optimeerimise raport ajavahemiku 01.06.2012 - 30.06.2013 kohta

WALK_FORWARD – walk-forward raport ajavahemiku 01.01.2014 - 31.03.2014 kohta

WF_2012 - walk-forward raport 2012 aasta kohta

WF_2013 - walk-forward raport 2013 aasta kohta

optimeerimine.ods – esimese optimeerimise tulemused aastate 2012 ja 2013 kohta koos töödeldud tulemustega

optimeerimine_teine.ods - teise optimeerimise tulemused aastate 2012, 2013 ja ajavahemiku 01.06.2012 - 30.06.2013 kohta koos töödeldud tulemustega