
RIZIKO TRŽNÍ LIKVIDITY A JEHO ZOHLEDNĚNÍ V UKAZATELI VALUE AT RISK

Petr Strnad*

Podstata obchodování na finančních a kapitálových trzích je stejná jako v případě každého jiného podnikání – instituce musí přijmout určitou míru rizika, bez níž nemůže dosáhnout zisku. Rizika je však nutné řídit tak, aby nemohla způsobit ztráty, jež by převýšily hodnotu kapitálu a ohrozily tak samotnou existenci firmy. Zřejmě nejdůležitějším rizikem při obchodování na finančních a kapitálových trzích je riziko nepříznivých pohybů tržních sazeb, nazývané obecně rizikem tržním.

Nejrozšířenějším ukazatelem kvantifikujícím riziko ztráty v důsledku nepříznivých pohybů tržních sazeb se během devadesátých let stal beze sporu ukazatel hodnoty v riziku (Value at Risk, VaR). VaR vychází ze znalosti minulých pohybů tržních sazeb a na jejich základě odhaduje maximální pravděpodobnou ztrátu v horizontu několika nejbližších dní (pro detailnější popis VaR viz např. Strnad, 2005). O velkém významu VaR svědčí mimo jiné i fakt, že ho lze používat k výpočtu kapitálové přiměřenosti.

Běžné modely pro výpočet Value at Risk jsou založeny pouze na zkoumání pohybů středových (mid) tržních sazeb. Je však třeba si uvědomit, že uzavírání rizikových pozic často nemusí probíhat za středové ceny ani za současných úrovní tržních rozpětí¹ (bid-ask spread). Při rychlé likvidaci větších pozic navíc dochází k nežádoucímu ovlivnění tržních cen.

Tyto vlivy však většinou modely pro výpočet VaR zanedbávají, implicitně tak předpokládají existenci dokonalé tržní likvidity. Věnují se tedy pouze čistému tržnímu riziku a opomíjejí riziko nedostatečné likvidity trhů, čímž celkové podstupované riziko podceňují.

Cílem této práce je popsat způsoby, kterými je možné zohlednit likviditní riziko při výpočtu Value at Risk. V první části představím ukazatel Value at Risk a objasním jeho význam pro řízení tržních rizik. V druhé kapitole pak vysvětlím, co pojem likvidity znamená v různých kontextech, zmíním závislost mezi rizikem financování a tržní likviditou a stručně popíšu mechanismus vzniku likviditního cyklu i likviditní krize. V třetí kapitole se zaměřím na riziko takzvané exogenní likvidity a ve čtvrté části se

* Modrá pyramida stavební spořitelna, a.s., řízení rizik (Petr.Strnad@mpss.cz).

1 Pokud při ocenění respektujeme zásady Mezinárodních standardů finančního výkaznictví (IFRS), náklady likvidace za současných tržních rozpětí jsme již promítli do hodnoty držených instrumentů.

budu zabývat endogenní likviditou a volbou vhodné likvidační strategie za různých okolností. V poslední páté kapitole naznačím, jak popsaná metodika může být využita v dynamických modelech, a zdůrazním, že způsob, jakým banka reaguje na měnící se podmínky, může být klíčový pro podstupované tržní riziko. Pak již následuje jen závěr a přehled použité literatury.

1. Value at Risk

Jak již bylo řečeno, Value at Risk (VaR) je dnes běžným standardem pro měření a řízení tržních rizik. V literatuře se obvykle zmiňují dva faktory, které výrazně přispěly k jeho popularitě. Prvním je beze sporu fakt, že J. P. Morgan se rozhodl zveřejnit svou metodologii i tržní data používaná k výpočtu Value at Risk. Za tímto účelem založil jednotku zvanou RiskMetrics, která v říjnu 1994 zveřejnila volně na internetu data i popis velmi jednoduchého modelu pro výpočet VaR, který je od té doby nazýván RiskMetrics model. RiskMetrics model představoval zjednodušenou verzi interního modelu, který se v J. P. Morgan používal přibližně od roku 1990 a který byl nazýván „FourFifteen“, neboť jeho výstupem byl report distribuovaný denně po uzavření trhu v 16.15 a sumarizující na jednom listě denní Value at Risk celosvětové skupiny J. P. Morgan.

Druhým faktorem, který vedl k velkému rozšíření Value at Risk modelů, bylo rozhodnutí Basilejského výboru umožnit používání interních Value at Risk modelů pro výpočet kapitálových požadavků k tržním rizikům, které bylo zveřejněno v lednu 1996 v novém Amendment to the capital accord to incorporate market risk.

VaR vychází ze znalosti minulých pohybů tržních sazeb a na jejich základě odhaduje, jakou maximální „pravděpodobnou“² ztrátu může portfolio utrpět ode dneška (čas t) v horizontu T dní³. Hovoří se pak o $1-\alpha$ procentním VaR s horizontem T pracovních dní. Jedná se tedy v podstatě o kvantil přírůstku hodnoty portfolia, uváděný z praktických důvodů většinou po pronásobení -1. Řečeno formálněji, VaR je takové číslo (zpravidla kladné), pro něž platí:

$$P(h(f_t, \dots, f_{t+T}, t+T) - h(f_t, t) < -VaR) = \alpha, \quad (1)$$

kde P značí pravděpodobnost, f_{t+i} je n -rozměrný náhodný vektor, popisující velikost tržních sazeb v čase $t+i$, h je oceňovací funkce, která v závislosti na vývoji sazeb stanovuje hodnotu portfolia ke zvolenému času, α je zvolená hladina pravděpodobnosti a T časový horizont. Místo $h(f_t, \dots, f_{t+T}, t+T)$ se v praxi často zjednodušeně používá $h(f_{t+T}, t)$, což v mnoha ohledech zjednodušuje výpočty (není nutno započítávat náklady držení – Cost of carry – ani uvažovat vliv vývoje tržních sazeb mezi t a $t+T$ na hodnotu portfolia⁴).

2 Zkoumaná pravděpodobnost se nejčastěji uvažuje jako $1-\alpha = 95$ či 99% .

3 V praxi bývá T většinou 1 nebo deset pracovních dní.

4 Náhodná veličina představující hodnotu portfolia v čase $t+T$ závisí samozřejmě především na náhodném vektoru tržních sazeb v době $t+T$. Může však záležet i na vývoji tržních sazeb v intervalu $(t, t+T)$ – například v případě path-dependent opcí či pokud v intervalu $(t, t+T)$ dochází k fixaci sazeb instrumentů v portfoliu.

Hodnota portfolia v čase $t - h(f_b, t)$ je známá a deterministická, pro stanovení VaR je tedy podstatné zkoumání náhodné veličiny $h(f_{t+T}, t)$. Často se postupuje v následujících krocích: Nejprve se zvolí náhodné rozdělení, které dobře popisuje chování přírůstků tržních sazeb (většinou logaritmických⁵), a na základě historických dat či implikovaných hodnot z opčních cen se odhadnou parametry tohoto rozdělení. Následně se nasimuluje větší množství realizací náhodných vektorů a pro každou realizaci se spočítá hodnota portfolia $h(f_{t+T}, t)$. VaR se pak určí jako výběrový kvantil. Jak víme, výběrový kvantil konverguje ke skutečnému kvantilu, přesnost se bude zlepšovat -krát, pokud použiji \sqrt{m} -krát více pozorování náhodného vektoru f_{t+T} . O výše popsaných metodách se hovoří jako o Monte Carlo simulacích a představují zřejmě nejuniverzálnější přístup k výpočtu Value at Risk.

Pro popis přírůstků tržních sazeb se nejčastěji volí normální rozdělení, buď v nepodmíněné verzi (předpokládá se, že tržní sazby jsou nezávislé, stejně rozdělené v čase) nebo v podmíněné podobě (parametry rozdělení se v čase mění). Mnohdy se také vychází z tzv. historických simulací, které nepředpokládají žádný konkrétní typ pravděpodobnostního rozdělení přírůstků tržních sazeb, jehož parametry by následně odhadovaly, simulované hodnoty z rozdělení přírůstků tržních sazeb se jednoduše nahradí přírůstky realizovanými v minulosti.

V praxi se ukazuje, že rozdělení přírůstků má těžší chvosty (tj. větší špičatost), než by odpovídalo normálnímu rozdělení (v nepodmíněné, ale i podmíněné verzi), proto se v pokročilejších modelech volí rozdělení s těžšími chvosty⁶ (např. studentovo t -rozdělení, směsice normálních rozdělení či rozdělení používaná v teorii extrémních hodnot). Kromě těžkých chvostů se někdy v přírůstcích tržních sazeb vyskytuje též záporná šikmost.

Empirické práce navíc ukazují, že rozdělení přírůstků se v čase mění, typické je zejména střídání období charakterizovaných vysokou a nízkou volatilitou nazývané „volatility clustering“. To pak diskvalifikuje metody založené na předpokladu stejně rozdělených přírůstků v čase. Proto se někdy před aplikací zvoleného rozdělení historické přírůstky „updatují“ – upraví se tak, aby byly konzistentní s volatilitou, případně i jinými momenty, resp. charakteristikami, považovanými za typické pro zkoumané období.

V případě krizí se často ukazuje, že leckteré tržní sazby vykazují velké společné vzestupy či poklesy, přestože se v klidných dobách jeví téměř jako nezávislé. To dalo další impuls k hledání rozdělení, jež by dobře popisovala i tuto vlastnost tržních sazeb – často přitom dochází k oddělenému zkoumání jednorozměrných přírůstků a závislostí mezi nimi, které jsou pak popsány různými copula funkcemi.

5 Pojem „logaritmické přírůstky“ označuje výraz $\log(f_{t+T}/f_t) = \log(1 + (\Delta f_t)/f_t)$. Ve spojitosti se symetrickým pravděpodobnostním rozdělením přiřazují logaritmické přírůstky stejnou pravděpodobnost faktu, že hodnota zkoumaného tržního faktoru vzroste na k -násobek i že poklesne na $1/k$ – násobek. To odpovídá empirickým pozorováním lépe než použití poměrných přírůstků, které ve spojitosti se symetrickými pravděpodobnostními rozděleními hodnotí pokles i růst tržního faktoru o k procent jako stejně pravděpodobný.

6 Rozdělení s těžšími chvosty přiřazuje při daném rozptylu větší pravděpodobnost extrémním pohybům tržních sazeb a naopak nižší pravděpodobnost menším pohybům. Rozdělení se zápornou šikmostí přiřazuje větší pravděpodobnost extrémním poklesům než růstům tržních sazeb.

Při použití simulací se naráží na velké nároky na počítačovou kapacitu, proto se zprvu hledaly takové metody, jež by za cenu většího či menšího zjednodušení vedly k zrychlení výpočtů. Tak vznikly metody delta a delta-gama. Ty vycházejí z použití jednoho či dvou prvních členů Taylorova rozvoje, kterými nahrazují plnou oceňovací funkci. Ve spojitosti s (zpravidla) normálním rozdělením pak vedou buď přímo k analytickému řešení nebo poskytují alespoň kvalitní numerický odhad. Jednoduchou metodou tohoto typu představuje právě výše zmíněný RiskMetrics model, vycházející z podmíněného normálního rozdělení a první derivace oceňovací funkce.

Výraznou nevýhodou metod delta a delta-gama je fakt, že dovedou dobře popsat jen takové oceňovací funkce, u nichž hodnota portfolia závisí na tržních sazbách lineárně či kvadraticky, což je v případě složitějších opčních pozic naprosto nereálný předpoklad.

Přestože počítačová kapacita nepředstavuje v poslední době již tak vážný problém, metody zkoumající přímo pravděpodobnostní rozdělení hodnoty portfolia, respektive jeho kvantilů zažívají do jisté míry renesanci. Jedná se o aplikaci teorie extrémních hodnot přímo na změny hodnoty portfolia či tzv. CAViaR (Conditional Autoregressive Value at Risk), který zkoumá jednoduše přímo náhodný proces popisující rozdělení VaR a opouští tak obvyklý předpoklad, že rozdělení tržních sazeb má konkrétní tvar a jen jeho parametry (často pouze volatilita) se mění. Jde podle mého názoru o logickou reakci na to, že hledání vhodného rozdělení přírůstků tržních sazeb se dostalo již tak daleko, že nejsložitější modely již prakticky není možné z dostupných dat parametrizovat.

2. Riziko likvidity

V celém článku se budeme zabývat takzvaným rizikem tržní likvidity neboli likvidity trhu (market liquidity risk), tedy rizikem, že instituce nebude schopna v případě potřeby uzavřít své rizikové expozice v předpokládaném časovém horizontu, resp. bez výrazného negativního dopadu na tržní ceny nebo bez nutnosti obchodovat za příliš široká tržní rozpětí⁷.

Zatímco obchodování za rozšířená tržní rozpětí či snížené ceny má potenciál způsobit nečekaně rozsáhlé ztráty přímo během uzavírání pozic, prodlužování časového horizontu likvidace vede ke zvýšení podstupovaného tržního rizika, neboť v delším časovém horizontu je pravděpodobnější výskyt výrazných nepříznivých pohybů tržních sazeb snižujících hodnotu drženého portfolia.

Při posuzování likvidity daného trhu v této souvislosti doporučuje Kyle (1985) zvažovat následující aspekty.

- 1) **Těsnost (Tightness)**, která charakterizuje náklady (zejména dané tržním rozpětím) spojené s okamžitou likvidací relativně malé pozice (resp. standardního obchodovaného objemu).

⁷ Tržní rozpětí je překlad běžně užívaného anglického termínu „bid-ask spread“, označujícího rozdíl mezi kotovanou nákupní a prodejní cenou daného finančního nástroje.

- 2) **Hloubka (Depth)**, která popisuje, jak velkou pozici je možno zobchodovat bez zvýšených nákladů (v porovnání k nákladům zmíněným v předchozím bodu), respektive ovlivnění tržních cen.
- 3) **Pružnost (Resiliency)**, která vyjadřuje schopnost cen rychle se vracet do rovnovážné úrovně po jednorázovém šoku způsobeném například velkým klientským obchodem.

Další autoři ještě doplňují čtvrtý aspekt, kterým je Bezprostřednost (Immediacy), která představuje čas potřebný od zadání k uspokojení objednávky.

Jelikož trhy zpravidla nebývají zcela likvidní, je nutné brát v úvahu potenciální náklady a rizika spojená s likvidací pozic. Přitom je nutné zdůraznit, že likvidita trhů se výrazně mění, což je právě zdrojem rizika. Tržní likvidita například často silně klesá v období krizí. Velmi nebezpečná je pak často se objevující kombinace výrazných propadů tržních sazeb a snížené likvidity, kdy se trhy stávají jednosměrnými (názory technických i fundamentálních obchodníků se najednou sjednotí a všichni se shodnou na existenci spekulativní bubliny).

Zhoršená likvidita se projevuje výraznými transakčními náklady (zejména ve formě rozšířených tržních rozpětí – viz pojem Těsnosti), sníženou Hloubkou i Pružností trhu, obtížným a zdoluhavým hledáním protistrany obchodu (viz bod Bezprostřednost), což vede k nízkým objemům uzavřených obchodů. Pokusy o likvidaci pozic pak ještě dále stlačují ceny, respektive rozšiřují tržní rozpětí. Ti, kteří jsou nuceni prodávat, pak mnohdy musí realizovat své obchody za velmi nepříznivé ceny, mnohdy výrazně nižší, než je skutečná ekonomická hodnota prodávaných nástrojů.

O riziku likvidity někdy mluvíme též v souvislosti s financováním, pak se jedná o riziko, že firma nebude mít k dispozici dostatečné zdroje financování, aby byla schopna dostát svým splatným závazkům. V tomto kontextu hovoříme o riziku financování (funding liquidity risk). Tímto rizikem se zde specificky zabývat nebudeme, pouze bych rád zdůraznil, že obě likviditní rizika jsou úzce provázána – pokud například instituce čelí nečekaným odlivům finančních prostředků (například z důvodu nutnosti doplnit prostředky na maržových účtech či kvůli nečekaně vysokému odlivu prostředků klientů z běžných účtů), musí někdy velmi rychle hledat dodatečné zdroje financování, ať již formou vypůjčování, či prodejem aktiv.

Někdy jsou úvěry nedostupné (například kvůli nedostatečným kreditním limitům) či příliš drahé a nezbyvá jiná možnost, než prodávat aktiva bez ohledu na to, že kvůli nedostatečné tržní likviditě dojde k výraznému stlačení jejich cen. Pokles cen může snížit i hodnotu ostatních držených aktiv v portfoliu a může vést k novým maržovým výzvám (margin call), čímž vzniká nutnost dalších likvidací a firma se dostává do tzv. likviditního cyklu.

Vznik likviditního cyklu samozřejmě může kromě problémů s financováním vyvolat i jiná událost, která povede k nutnosti uzavírat velké objemy obchodů na nepříliš hlubokém a pružném trhu. Například výrazný pohyb cen na trhu již sám o sobě vede k potřebě upravit dynamické zajištění. Způsobuje také často nárůst volatility, která vyvolá i zvýšení ukazatele Value at Risk, a tedy i kapitálových požadavků, jejichž vzestup nutí subjekty uzavírat pozice, aby udržely rizika v žádoucím poměru vůči

kapitálu. Pokud je pohyb cen doprovázen vznikem ztrát, způsobuje překročení „stop-loss“ limitů, jakož i snížení kapitálu, což ústí v další vlnu likvidací.

Navíc je třeba si uvědomit, že rizika jsou provázaná – příchod recese vede například ke zhoršení kvality úvěrového portfolia, často i ke snížení úrokových sazeb. Obě události se zpravidla negativně odrazí na hospodářském výsledku banky, tedy i kapitálu, který limituje výši podstupovaných rizik. Navíc může dojít i ke snížení ratingu, které spolu se sníženými úrokovými sazbami může vyvolat odliv prostředků klientů z běžných a termínovaných účtů⁸ a zároveň zhoršit i dostupnost úvěrů od profesionálních protistran. Všechny výše popsané události nutí banku k likvidacím i přes to, že ceny některých držených aktiv (například akcií) jsou v důsledku recese na poměrně nízkých hodnotách.

Bookstaber (2000) argumentuje, že aplikace podobných investičních strategií⁹ ze strany různých investorů, zejména hedgových fondů (hedge funds), respektive jejich napodobování, vede k tomu, že všichni drží podobné riziko. Jelikož tito investoři zpravidla používají také podobné způsoby řízení tržních rizik, včetně limitů, musí při nepříznivé události začít všichni najednou tyto stejné pozice likvidovat¹⁰. Trh se tak stává jednosměrným a vzniká krize. Navíc když se investoři dostanou do likviditního cyklu, prodejní vlna vyvolá globální paniku, která podporuje další prodeje a obecně útěk z rizikových aktiv do „bezpečných přístavů“ (safe heaven). Krize se takto může snadno rozšířit i na jiné trhy a diverzifikace rizik tak leckdy ztrácí svoji účinnost.

Podobné schéma „stádového chování“ institucionálních investorů (herding investors), kteří najednou hromadně opouštějí či vstupují na rozvíjející se trhy (emerging markets) tak, jak klesá či naopak roste globální averze k riziku, uvádí i Persaud (2000).

Není přitom mnohdy důležité, zda útěk investorů z rizikových aktiv je vyvolán přímo problémy některého konkrétního investora. Stačí, když se na trhu objeví nějaká zpráva, která má potenciál přesvědčit větší množství hráčů o existenci spekulativní bubliny. Rizikově averzní investoři pak začnou uzavírat své pozice v obavě, aby nebyli posledními, kdo bude muset prodat nástroje za výrazně stlačené ceny. Pokud je těchto „roztřesených rukou“ dostatek, mohou odstartovat paniku doprovázenou vznikem globální averze k riziku a masivními výprodeji, znásobenými tím, že někteří hráči se mohou dostat do likviditního cyklu, a jsou tedy nuceni k dalším a dalším prodejům.

8 Zda během recese dojde obecně k odlivu či naopak přílivu prostředků do bank velmi záleží na mnoha okolnostech, například výši reálných úrokových sazeb, míře důvěry v bankovní sektor či objemu prostředků v různých alternativních investicích. V USA v případě recese byl mnohdy pozorován spíše odliv prostředků z alternativních investic i naopak jejich příliv do bank, které byly vnímány jako relativně „bezpečné přístavy“ (safe heaven).

9 Napodobování investičních strategií a přístupů k řízení rizik ze strany fondů je podle mě do jisté míry logické, poněvadž minimalizuje riziko, že kvůli nepříznivým pohybům tržních sazeb dosáhnou výrazně horších výsledků než konkurence, čímž ztratím zákazníky. Konkurence mezi fondy se tak přesouvá více do „necenové“ oblasti.

10 Při velkých pohybech tržních sazeb se subjekty dostávají na svoje stop-loss limity, musí tedy uzavírat pozice. Kvůli růstu volatility roste i VaR, je nutné likvidovat pozice, aby byla rizika v požadované relaci ke kapitálu. Efekt je ještě prohlouben, pokud instituce používají VaR zohledňující likviditní riziko a pokles likvidity se automaticky přenáší například do růstu délky časového horizontu používaného pro výpočet VaR.

Popsané krize jsou prvkem, který jednoznačně ohrožuje stabilitu celého finančního systému, a stojí tedy samozřejmě v centru pozornosti regulátorů, kteří se snaží právě jejich vzniku předcházet. Pokud však již k takovým krizím dojde, nejsou odborníci jednotní v názoru, zda a jak má regulátor zasahovat – zásahy FED při krizi LTCM či Hongkongu na podporu akciových trhů v době asijské krize měly mnohé zastánce i odpůrce.

Rád bych v této souvislosti zdůraznil, že jak ukazují předchozí odstavce, finanční trhy se mění a globalizují, což je hlavním důvodem, proč ukazatele rizik založené výhradně na historických datech (jako například Value at Risk) nemusí vždy poskytovat dobrý odhad pro budoucnost.

3. Exogenní likvidita

V případě, že naše portfolio je relativně malé v poměru k objemům běžně obchodovaným na trhu (tedy menší než Hloubka trhu), můžeme vyjít z předpokladu, že bude možné naši pozici kdykoliv zlikvidovat v krátkém časovém horizontu, a to za standardní tržní rozpětí (bid-ask spread) a bez ovlivnění tržních cen. Tuto situaci označují Bangia, Diebold, Schuermann a Stroughair (1999) jako exogenní likviditu, neboť předpokládají, že náklady likvidace v tomto případě závisí pouze na podmínkách na trhu (tržním rozpětí), které jsou každému jednotlivému účastníkovi exogenně dané a nemůže je svým chováním ovlivnit.

Striktně řečeno, náklady likvidace nemusí být na všech trzích pro všechny účastníky trhu stejné, a to ani při obchodování se standardním množstvím a za standardních podmínek. V systému řízeném kotacemi (quotation-driven) může například významný tvůrce trhu často uzavírat své pozice v průměru za středové či dokonce lepší ceny, zatímco menší hráče stojí uzavírání rizikových pozic téměř vždy větší či menší náklady; ty se mohou lišit podle kreditního rizika účastníka či jeho postavení na trhu. Náklady mnohdy také rostou při obchodování větších než standardních množství, zde už se ale dostáváme mimo oblast exogenní likvidity.

Při odhadu Value at Risk se zahrnutím likviditního rizika je potřeba vzít výše popsané náklady v úvahu. Při jejich kvantifikaci je samozřejmě vhodný konzervativní přístup – ani u významného tvůrce trhu bychom neměli předpokládat, že bude schopen za všech okolností uzavřít tržní pozice za středové ceny.

Nestačí samozřejmě zohlednit jen náklady vycházející ze současné úrovně tržních rozpětí (ty by ostatně podle Mezinárodních účetních standardů již měly být promítnuty v účetním ocenění – viz IFRS [2006] – IAS 39, odstavec AG 72), ale je nutné uvažovat i riziko jejich zvýšení z titulu možného (pravděpodobného) rozšíření tržních rozpětí. Angelidis a Benos (2006), jakož i další autoři, v této souvislosti zdůrazňují, že průměrná velikost i rozptyl tržních rozpětí se mění i během dne, přičemž uprostřed dne zpravidla klesají, zároveň v tuto dobu většinou roste i objem uzavřených obchodů.

U poměrně jednoduchých pozic (například dlouhá či krátká pozice v akcii, dluhopisu či cizí měně) oceněných nákupními, resp. prodejními cenami je možné při výpočtu Value at Risk se zohledněním rizika exogenní likvidity vyjít místo ze změn středových cen přímo ze změn nákupních a prodejních cen (bid, ask) pozorovaných v historii. Tyto

přírůstky lze použít například přímo při metodě historických simulací nebo pomocí nich jde odhadnout parametry zvoleného pravděpodobnostního rozdělení.

Důležitá při tomto způsobu výpočtu je každopádně znalost, v kterém tržním faktoru máme dlouhou a v kterém krátkou pozici. I když odhlédneme od tohoto problému, popsaný postup je podle mého názoru jen poměrně obtížně použitelný u složitějších opčních portfolií.

Další možností při výpočtu Value at Risk se zohledněním rizika exogenní likvidity je uvažovat tržní rozpětí jako samostatnou náhodnou veličinu ovlivňující tržní hodnotu našeho portfolia, jak to činí například Bangia a kol. (1999), a zkoumat pak požadovaný kvantil hodnoty portfolia (VaR) i se zohledněním proměnlivých tržních rozpětí.

Tak například pro dlouhou měnovou pozici v objemu 100 EUR a předpoklad normálního rozdělení logaritmických přírůstků FX kursů s nulovou střední hodnotou lze 99procentní VaR bez zohlednění likviditního rizika spočítat jako:

$$VaR = 100 f_t (1 - e^{-2,33 \sigma}), \quad (2)$$

kde f_t představuje hodnotu tržního faktoru v čase t (zde kurs EUR/CZK) a σ je rozptyl logaritmických přírůstků tohoto tržního faktoru.

Pokud bychom nyní chtěli vypočítat VaR se zohledněním rizika exogenní likvidity, vypadal by vzorec následujícím způsobem (konzervativně předpokládám, že maximální poklesy FX kursu jdou ruku v ruce s nejvyššími tržními rozpětími – viz níže):

$$VaR = 100 f_t (1 - e^{-2,33 \sigma}) + 0,5 [100 f_t (\bar{S} + a \sigma)], \quad (3)$$

kde \bar{S} je průměrná hodnota tržního rozpětí, σ' je jeho rozptyl a a označuje poměr mezi 99procentním kvantilem a směrodatnou odchylkou (u normálního rozdělení má tato konstanta hodnotu cca 2,33 – jde o kvantil normovaného normálního rozdělení – viz vzoreček výše). \bar{S} při výpočtu VaR zohledňujeme samozřejmě pouze v případě, že portfolio je oceněno středovými cenami (tedy nezohledňuje náklady likvidace za existujících tržních rozpětí).

Základním problémem je samozřejmě volba a parametrizace vhodného pravděpodobnostního rozdělení změn tržních rozpětí. Stejně jako u Value at Risk je možno vyjít buď z historické simulace, nebo předpokládat nějakou konkrétní podobu pravděpodobnostního rozdělení. Z empirických dat jasně vyplývá, že pravděpodobnostní rozdělení změn tržních rozpětí není normální, kromě těžkých chvostů (obvyklých i pro samotné přírůstky tržních sazeb) se leckdy ukazuje, že rozdělení změn tržních rozpětí bývá například bimodální (nižší rozpětí jsou typická pro likvidní trhy, vyšší naopak pro období snížené likvidity). Kvůli tomuto chování je poměrně obtížné zvolit nějakou vhodnou rodinu parametrických rozdělení, která by dobře popisovala empirická data. Bangia a kol. (1999) například uvádějí, že v jejich empirických zkoumáních se ukázalo, že 99 % kvantil lze odhadnout pro zkoumané trhy jako 2 až 4,5násobek směrodatné odchylky. Jelikož hledání vhodné rodiny pravděpodobnostních rozdělení a následná parametrizace jsou složitá, za nejlepší řešení považují využití historických simulací.

Pokud zahrneme tržní rozpětí jako další náhodnou veličinu ovlivňující hodnotu našeho portfolia, musíme samozřejmě zkoumat i vzájemné závislosti této a dalších zkoumaných tržních veličin. Bangia a kol. (1999) jednoduše předpokládají, že extrémní pohyby tržních sazeb jdou ruku v ruce s maximálními hodnotami tržních rozpětí, proto oba výsledné kvantily sčítají (tento předpoklad jsem použil i já ve vzorečku výše). Jedná se samozřejmě o poměrně konzervativní předpoklad. Malz (2003) zkoumá závislost mezi volatilitou tržních sazeb a šířkou spreadů a u většiny měnových párů dospívá k závěru, že obě veličiny jsou kladně korelované. Rád bych zdůraznil, že korelace je jen ukazatel průměrné lineární závislosti. Zatímco v relativně klidných dobách může být šířka tržního rozpětí téměř nezávislá na volatilitě, v období krizí dochází často k růstu volatility i k rozšíření tržního rozpětí. Na druhou stranu, ne všechna portfolia zažívají největší ztráty v době maximálních pohybů tržních sazeb, respektive jejich hodnota není lineárně závislá na změnách tržních sazeb – pro takové pozice nedává sčítání kvantilů příliš velký smysl.

Pro zjednodušení a snížení počtu zkoumaných náhodných veličin je někdy vhodné aplikovat na více instrumentů v portfoliu jednotné „průměrné“ rozdělení změn tržních rozpětí a zkoumat pouze jeho korelaci s ostatními tržními sazbami, případně neuvažovat tržní rozpětí jako další náhodnou veličinu, pouze ho zohlednit při stanovování parametrů přírůstků tržních sazeb, jak jsme popisovali výše.

Bangia a kol. (1999) ukazují, že zohlednění exogenní likvidity nevede u hlavních měnových párů k velkému zvýšení Value at Risk (nárůst je v rozmezí 2 až 5 %), u vybraných měn rozvíjejících se trhů se však může odhadovaný VaR zvýšit až o 25–30 %. Roy (2004) používá stejnou metodiku na zkoumání dvou indických dluhopisů a zjišťuje, že u méně likvidního z nich činí podíl exogenní likvidity na VaR 15,6 %. Le Saout (2002) se dostává v případě nelikvidních francouzských akcií až na hodnotu padesát procent. Le Saout také dospívá k poměrně logickému zjištění, že exogenní náklady likvidace jsou u akcií negativně korelované s tržní kapitalizací.

Le Saout se již pohybuje částečně za hranicemi exogenní likvidity, když zkoumá v systému řízeném objednávkami (order-driven) také náklady okamžité likvidace větších než standardních pozic, respektive jejich změny v čase. Vychází ze znalosti limitních cen všech nevypořádaných objednávek, které představují ideální datovou základnu, a ukazuje, že s růstem prodáváných objemů mohou náklady likvidace růst i několikanásobně. K podobnému zjištění lze samozřejmě dospět i v systému řízeném kotacemi, kde tržní rozpětí většinou rostou pro vyšší kótované objemy.

4. Endogenní likvidita

V případě exogenní likvidity jsme předpokládali, že subjekt zavírající svoje rizikové pozice nemá vlastně na výběr a nese vždy náklady dané exogenně tržním rozpětím. Naznačili jsme také, že tento předpoklad je trochu konzervativní – pokud subjekt preferuje cenu před časem (rychlostí uzavření pozice), může se dostat dokonce i na lepší než středové ceny (jedná-li se například o významného tvůrce trhu), případně může pro snížení nákladů využít služeb zprostředkovatele (brokera) nebo vyčkávat na období s užším tržním rozpětím, jinými slovy, může volit různé likvidační strategie.

Volba vhodné likvidační strategie nabývá samozřejmě mnohem většího významu v případě endogenní likvidity, neboť pozice držené subjektem jsou zde tak velké, že by jejich rychlý prodej znamenal buď akceptování velkého tržního rozpětí, nebo prodej po částech s rizikem, že pozdější obchody se uskuteční již za ceny stlačené obchody předcházejícími. Náklady uzavření pozic jsou tedy v případě endogenní likvidity závislé nejen na jejich velikosti, která je odlišná pro různé účastníky, ale i na zvolené likvidační strategii.

Pozice lze uzavřít buď velmi rychle za cenu výrazných nákladů a relativně malého tržního rizika, nebo lze likvidaci rozložit do času a snížit likvidační náklady, ovšem za cenu zvýšeného rizika, že v časovém horizontu, během kterého uzavíráme pozice, dojde k nepříznivému pohybu tržních sazeb, který způsobí pokles hodnoty nezlikvidované části portfolia. Přitom je nutné zdůraznit, že v určitých situacích (popsaných částečně v kapitole Riziko likvidity) nemá subjekt na výběr a je nucen pozice uzavřít velmi rychle bez ohledu na náklady likvidace.

Jelikož Hloubka trhu není konstantní v čase, neexistuje ani jasná dělicí čára mezi endogenní a exogenní likviditou. Čím větší však drží subjekt pozice v porovnání s objemy obvykle obchodovanými na trhu, tím sofistikovanější samozřejmě musí být jeho metody pro odhad rizik spojených s likvidací.

Podívejme se nyní na výpočet VaR v případě různých likvidačních strategií. Nejprve popíšeme dvě extrémní strategie – velmi pomalou likvidaci, u které předpokládáme, že neovlivní ceny a likvidace bude probíhat za tržní rozpětí charakteristické v dané době pro standardní obchodované množství; a naopak velmi rychlou likvidaci, kde všechny pozice uzavřeme okamžitě, za cenu vyššího tržního rozpětí. Jako poslední zmíníme univerzální strategii, kdy prodáváme postupně různé objemy a odhadujeme, nakolik naše obchody ovlivňují tržní ceny. V této souvislosti zmíníme i vybrané články hledající optimální likvidační strategii.

VaR v případě „velmi pomalé likvidace“

V případě velmi pomalé likvidace stačí při výpočtu VaR uvažovat exogenní likviditu (jak jsme popsali výše), je však nutné prodloužit časový horizont používaný pro výpočet VaR tak, aby bylo během této doby možné zlikvidovat všechny relevantní pozice v portfoliu bez ovlivnění cen. V případě portfolia je logické opustit koncept jednotného časového horizontu, neboť různé pozice mohou být uzavřeny s různou rychlostí. Místo toho je lepší uvažovat „VaR do likvidace všech pozic“, jak to činí například Dubil (2001). Pokud chceme rychle snížit držené tržní riziko i přesto, že pozice v portfoliu nejsou příliš likvidní, nemusíme přímo prodávat jednotlivé pozice, ale můžeme je pouze zajistit vhodným likvidním instrumentem (například proti diverzifikovanému akciovému portfoliu můžeme pořídit krátkou pozici v akciovém indexu, proti dlouhé pozici v dluhopisu krátkou pozici v jiném dluhopisu či v úrokovém swapu).

Pro každou pozici v portfoliu nejprve musíme odhadnout, jaký objem lze denně zlikvidovat (zajistit) bez ovlivnění cen, následně pak počítáme VaR z pozic zmenšujících se předem stanoveným (zpravidla konstantním) tempem. Lze postupovat

například pomocí Monte Carlo či historických simulací – vytvoříme scénáře vývoje tržních sazeb v čase, pro každý scénář vypočítáme změnu hodnoty portfolia až do úplného uzavření pozic¹¹ a VaR odhadneme pomocí výběrového kvantilu.

Pro jednotný likvidační horizont ukazuje Malz (2003), že za silně zjednodušujících předpokladů, za kterých se D-denní VaR odhaduje jako jednodenní VaR násobený odmocninou z D^{12} , a navíc za předpokladu konstantního tempa uzavírání pozic, můžeme VaR do likvidace spočítat jako jednodenní VaR násobený $\sqrt{\frac{(1+D)(1+2D)}{6D}}$.

Klíčovým vstupním parametrem při strategii velmi pomalé likvidace je odhad objemu, který lze denně zobchodovat na trhu bez ovlivnění cen. Většinou se při jeho stanovení vychází buď ze zkušenosti obchodníků, nebo se odhaduje jako určité procento z denního obrátu (resp. objemu otevřených kontraktů) na příslušném trhu (Almgren, Chriss, 2000) uvádějí například deset procent, jiní autoři zmiňují i vyšší čísla). Oba způsoby odhadů jsou problematické – zkušenost obchodníků je subjektivní a těžko ověřitelná, denní obráty se výrazně mění v čase (paradoxně mnohdy rostou v době zvýšené volatility) a ani zmíněný podíl nelze považovat za konstantní, jeho výše silně závisí na náladě na trhu. Pokud se nepodaří uchovat anonymitu prodávajícího, může trh například dospět k závěru, že prodej je uskutečňován kvůli znalosti neveřejných informací, což může silně ovlivnit reakci ostatních obchodníků. Je také důležité si uvědomit, že na některých trzích mohou být překážkou rychlé likvidace dostupné kreditní limity na protistrany, které většinou není možné rychle změnit.

Pro větší srovnatelnost mezi bankami by bylo prospěšné, kdyby se ustálily metody pro odhad objemu pozic, který lze na různých trzích denně zlikvidovat bez ovlivnění ceny (například jako zmíněné procento obrátu). Při této standardizaci by mohli participovat účastníci a organizátoři trhů, zástupci akademické obce i regulátoři, kteří by mohli podpořit prosazení nejlepší praxe.

VaR v případě „velmi rychlé likvidace“

V krajním případě se můžeme rozhodnout umístit celou pozici na trh najednou. Při této strategii sice neriskujeme stlačení ceny během postupného obchodování, nicméně jsme nuceni akceptovat širší tržní rozpětí – například v systému řízeném objednávkami bude náš pokyn spárován i s méně výhodnými protinabídkami.

Obecně lze říci, že v případě „velmi rychlé likvidace“ od nás přebírají pozice většinou tvůrci trhu. Ti pak na sebe berou riziko, že při následném uzavírání pozic utrpí ztrátu. Toto riziko může být zejména výrazné v případě existence informační asymetrie a tvůrce trhu bude vyžadovat kompenzaci v podobě vyššího tržního rozpětí.

Při výpočtu Value at Risk postupujeme obdobně jako v případě exogenní likvidity, odhadujeme parametry pravděpodobnostního rozdělení tržních rozpětí pro větší než

11 Případně alespoň do doby, kdy zbytkové držené riziko bude zanedbatelné.

12 Přírůsteky tržních sazeb musí být nezávislé v čase a stejně rozdělené a zejména VaR celého portfolia musí být přibližně „lineárně závislý na volatilitách“ přírůstků tržních sazeb, což je splněno zejména v případě, že oceňovací funkce je „téměř lineární“ funkcí tržních faktorů.

standardně obchodované objemy – zde opět mohou být nápomocné zkušenosti obchodníků.

Výpočet VaR v případě „velmi rychlé likvidace“ se zabývá například Le Saout (2002). Zajímavý přístup volí Angelidis a Benos (2006), kteří rozkládají tržní rozpětí na složky – ztráty z titulu informační asymetrie a transakční náklady. První složka vysvětluje významnou část tržního rozpětí a roste s obchodovaným objemem, zatímco druhá složka klesá. U obou komponent se předpokládá závislost na odmocnině z obchodovaného objemu.

Je třeba zdůraznit, že čím větší jsou držené pozice, tím nižší je šance, že by se našla protistrana, která by byla ochotná převzít celé riziko najednou, navíc jsou hůře dostupná data pro odhad pravděpodobnostního rozdělení tržních rozpětí.

Na tomto místě bych také rád poznamenal, že Mezinárodní standardy finančního výkaznictví sice předepisují, že pozice mají být oceněny nákupními, resp. prodejními cenami, jak již jsem zmínil výše, není ale zřejmé, zda ceny mají respektovat tržní rozpětí charakteristické pro daný objem držené pozice, nebo zda mají vycházet ze standardních obchodovaných množství. Není tedy zřejmé, zda si Mezinárodní standardy finančního výkaznictví kladou za cíl zohlednit náklady spojené pouze s exogenní, nebo i s endogenní likviditou a předpokladem velmi rychlé likvidace.

Podle analogie z US GAAP, které zakazují použít „blockage factor“ při výpočtu reálné hodnoty (tj. prémii či diskont založený na relativní velikosti držené pozice), se domnívám, že vykazování reálných hodnot je zaměřeno pouze na zohlednění exogenní likvidity.

VaR v případě „univerzální likvidační strategie“

V případě této strategie prodáváme postupně různé objemy a u každého prodeje odhadujeme maximální pravděpodobné náklady spojené s likvidací, jakož i způsob, jakým naše obchody mohou ovlivnit vývoj tržních cen. VaR se zahrnutím likviditního rizika v tomto případě spočítáme jako kombinaci tří složek:

- 1) Samotný Value at Risk spočítaný z postupně se snižující pozice obdobně jako v kapitole „VaR v případě ‘velmi pomalé likvidace’“ – bez započítání nákladů likvidace.
- 2) Dodatečné náklady způsobené obchodováním za proměnlivá tržní rozpětí. V každém sledovaném časovém okamžiku zobchoduji na trhu jednorázově určitou pozici, obchoduji za různá tržní rozpětí v závislosti na umístěném objemu – stejně jako v kapitole „VaR v případě ‘velmi rychlé likvidace’“. Tento efekt nazývají Almgren a Chriss (2000) a na ně navazující autoři (Dubil, 2002; Hisata, Yamai, 2000) jako dočasný dopad (temporary impact), protože se celý neprojeví do ceny v příštím období. Nepracují s ním narozdíl od nás zpravidla jako s náhodnou veličinou, ale předpokládají zjednodušeně, že je deterministický, nejčastěji pracují s lineární funkcí intenzity obchodování (tedy zlikvidovaného objemu za sledovaný čas), někteří však uvažují i jiné formy závislosti (Shamroukh, 2001, například exponenciální, Dubil, 2002 a Hisata, Yamai, 2000, v podobě druhé odmocniny).

- 3) Náklady způsobené tím, že neobvykle rychlá likvidace modifikuje chování tržních sazeb, z něhož vycházíme při výpočtu VaR v bodě 1, a které odhadujeme na základě zkušeností z historie. Největší pohyby sazeb pozorované v nedávné minulosti totiž mohou být snadno překonány v případě, že začneme likvidovat pozice tempem, které jsme nikdy minulosti neaplikovali¹³. Tento vliv na ceny nazývají Almgren a Chriss (2000) a na ně navazující autoři jako permanentní dopad (permanent impact), nejčastěji uvažují, že ceny jsou od předchozího sledovaného období stlačeny v lineární závislosti na zobchodovaném objemu. Dopad na ceny uvažují jako deterministický, lepší by však bylo vycházet například z lineární funkce, jejíž sklon je vyjádřen náhodnou veličinou (zvyšuje se například v době krizí).

Výše popsaný model pro odhad Value at Risk je tedy zřejmě nejobecnější ze všech zmíněných, různé další modely popisované v literatuře je možné považovat za jeho speciální případy – například Berkowitz (2000) opomíjí složku číslo 2, Bangia a kol. (1999) se naopak zabývají pouze složkou číslo 2, Cosandey (2001) se soustředí pouze na složku 3 a předpokládá (poměrně konzervativně), že objem prostředků, které hodlají nakupující utratit, je konstantní, zvýšení počtu prodaných kusů pak nepřímou úměrou snižuje výslednou cenu. Persaud (2000) odhaduje velikost permanentního dopadu a ukazuje i jeho proměnlivost v čase.

Popsané složky jedna až tři samozřejmě nejsou zcela nezávislé, naopak v době krizí dochází mnohdy k poklesům cen doprovázeným rozšířením tržních rozpětí. Další prodeje ze strany zkoumaného investora pak leckdy stlačí ceny výrazněji, než by bylo obvyklé v jiných obdobích. Popis závislosti permanentního dopadu do cen na realizovaných prodejkách (jakož i na dalších veličinách) je podle mého názoru vůbec nejsložitějším bodem celého modelu, který si určitě zaslouží další zkoumání¹⁴. Někdy jsou k dispozici údaje o všech objednávkách (včetně limitní ceny, objemu, směru, data, kdy dorazily, ...) jindy je třeba odhadnout, zda v daném okamžiku převládá zájem kupovat či prodávat. Zde se většinou vychází z postupu, který použil Lee a Ready (1991), a obchody sjednané za vyšší než středové ceny jsou označeny za nákupy, naopak transakce za nižší než středové ceny jsou považovány za prodeje.

V následujících odstavcích zmíním některé zajímavé práce vycházející ze zjednodušené podoby naší univerzální likvidační strategie a usilující o nalezení optimální strategie pro investory s různou averzí k riziku.

Almgren a Chriss (2000) hledají pro pozici v jednom aktivu a daný maximální časový horizont likvidace optimální likvidační strategie – tedy takové rozložení obchodů v čase, které vede při dané averzi k riziku k minimální újmě utrpěné během

13 Neobvykle velký propad sazeb, který nebyl pozorován v datech používaných pro odhad VaR, mohou samozřejmě způsobit nejen naše vlastní prodeje, ale i prodeje ze strany jiných subjektů, zvláště v případě, kdy odstartují globální výprodej, jak jsem popisoval v kapitole Riziko likvidity. I z tohoto důvodu je dobré vedle ukazatele Value at Risk používat i doplňkové ukazatele kvalitativní povahy, jako například testování stresových scénářů.

14 Lze například zkoumat různé formy závislostí, jakož i vysvětlující veličiny. Navíc je určitě vhodné zvážit, nakolik prodeje jednoho subjektu mohou podnítit prodeje ostatních hráčů, jelikož to jsou právě celkové prodeje, které ovlivňují tržní ceny a tedy i výši celkového VaR.

likvidace. Předpokládají, že ceny sledují aritmetický Brownův pohyb¹⁵, přičemž berou v úvahu permanentní i dočasný dopad na ceny závisující lineárně na objemech, resp. intenzitě obchodování.

Ukazují, že rovnoměrné prodeje minimalizují náklady (k obdobnému závěru dospěl již Bertsimas a Lo, 1998), zatímco okamžitá likvidace minimalizuje podstupované riziko. Almgren a Chriss (2000) nacházejí také analytické vyjádření optimální likvidační strategie i pro ostatní úrovně averze k riziku a speciálně i strategie vedoucí k minimálním VaR na různých hladinách pravděpodobnosti.

Hisata a Yamai (2000) vycházejí z obdobného modelu jako Almgren a Chriss (2000), předpokládají však rovnoměrné likvidace a hledají optimální dobu do uzavření pozic T . Jejich optimální strategie minimalizuje náklady likvidace, do nichž však započítávají i náklady kapitálu odvozené od VaR a úrokové sazby kapitálu. Ač je zadání formulováno trochu odlišně, problém je v podstatě analogický jako u Almgrena a Chriss (2000), kteří hledají strategii s nejmenší způsobenou újmou pro danou averzi k riziku. Z jejich práce však víme, že rovnoměrné likvidace nemusí být vždy optimální.

Hisata a Yamai (2000) nacházejí analytické vyjádření pro T , a to za předpokladu lineárního i odmocninového permanentního a dočasného dopadu do cen, následně pak dopočítávají VaR. Autoři se také pokoušejí o rozšíření problému na portfolio, jehož hodnota je lineárně závislá na tržních sazbách, výpočty se však ukazují jako nesmírně složité a je třeba velmi silných zjednodušujících předpokladů, aby bylo možno dospět alespoň k nějakému závěru. Hisata a Yamai (2000) dále zkoumají, jestli budou jejich výsledky výrazně odlišné, pokud dočasný dopad do cen budou považovat za náhodnou veličinu. Za tohoto předpokladu není sice možné optimální čas do likvidace vyjádřit analyticky, autoři však ukazují na číselných příkladech, že rozdíl není velký.

K podobným závěrům jako Hisata a Yamai (2000) dospívá i Dubil (2002), který však navíc uvažuje i korelaci mezi vývojem cen a dočasným dopadem na ceny – předpokládá, že pokračující pokles cen může vést ke snížené likviditě, a tedy i k širším tržním rozpětím. Za těchto předpokladů je třeba vypočítat optimální horizont likvidace pomocí numerických metod.

Na závěr bych také rád vyzdvihl, že všichni výše zmínění autoři pracují se statickými likvidačními strategiemi, o kterých rozhodnou před uzavíráním pozic a které nemění v průběhu likvidace v závislosti na pozorovaných událostech, což je poněkud omezující zjednodušení, jak ukážeme v další kapitole.

5. Dynamické modely založené na VaR a nucené likvidace

Ve standardních modelech pro výpočet VaR se předpokládá, že složení portfolia se během zkoumaného horizontu nemění. Tento předpoklad jsme zjevně v minulé kapitole opustili, neboť jsme zkoumali VaR pro portfolia, v nichž jsou pozice postupně uzavírány. Předpokládali jsme však, že subjekt se o strategii likvidace může dopředu rozhodnout a svého rozhodnutí se držet bez ohledu na události, které následují.

¹⁵ Realističtější by byl předpoklad geometrického Brownova pohybu, pro krátké časové horizonty a nízkou volatilitu však není rozdíl příliš významný.

Mnohdy však toto není možné. Pokud banka například utrpí v průběhu zkoumaného horizontu výrazné ztráty (ať již z titulu nepříznivých pohybů tržních sazeb, nebo z jiného důvodu), musí na snížení svého kapitálu reagovat i snížením drženého rizika, aby dodržela limit kapitálové přiměřenosti. Jedním ze způsobů, jak rychle snížit celkové podstupované riziko, je právě omezení tržního rizika.

Dalším důvodem nucených likvidací může být tzv. pasivní překročení VaR limitů způsobené růstem volatility, dosažení stop-loss limitů, úprava dynamického zajištění, potřeba hotovosti k vykrytí maržových účtů (zejména v období velkých pohybů tržních sazeb) či nutnost uzavření pozic po defaultu významné protistrany.

Banka by měla mít předem pokud možno stanovená (domluvená) pravidla, jak bude v daných situacích postupovat, zejména jakým tempem a jakými prostředky donutí obchodníky zavírat rizikové pozice v případě různých pasivních překročení limitů. Tato pravidla ovlivňují rozhodujícím způsobem výši podstupovaného rizika.

Vyjdeme-li z těchto pravidel, můžeme VaR metodiku se zahrnutím likviditního rizika použít ke zkoumání maximálních možných ztrát, které banka může utpět v delším časovém horizontu při respektování daných pravidel. Tyto maximální ztráty lze navíc simulovat i v případě různých stresových událostí (například zmíněný pád velké protistrany) a lze je využít pro odhad potřebného ekonomického kapitálu.

Postupujeme tak, že simulujeme scénáře pohybu tržních sazeb (případně i jiných veličin) v čase a v závislosti na jejich vývoji modifikujeme předem zvoleným způsobem pozice v portfoliu (například je uzavíráme, pokud potřebujeme okamžitě získat likvidní prostředky či pokud došlo ke snížení limitů tržních rizik), což může ovlivnit i další vývoj tržních sazeb. Pro každý scénář pohybu zkoumaných parametrů dospějeme k vývoji hodnot portfolia, při zkoumání rizika nás samozřejmě zajímají scénáře s nejhorším dopadem na hodnotu našeho portfolia.

Jednoduchý dynamický model tohoto typu popisují Marrison a kol. (2000), když odhadují, jak velký kapitál (vyjádřený jako násobek VaR) potřebuje banka na krytí tržních rizik, aby měla pouze 1% šanci, že v ročním horizontu zkrachuje. Zkoumaná banka udržuje svoje VaR limity jako pevný podíl z kapitálu, limity však nemění okamžitě, ale s určitým zpožděním po změnách v kapitálu. Jako další proměnnou ovlivňující potřebnou výši kapitálu předpokládají Marrison a kol. (2000) délku likvidačního období, uvažují ho však konstantní v čase (a to bez ohledu na výši limitů, resp. pozic).

Závěr

Cílem této práce bylo poukázat na problémy spojené s tržní likviditou. Ta dnes bohužel mnohdy není dostatečně zohledňována při řízení tržních rizik. Banky často používají limity založené na ukazateli Value at Risk s krátkým časovým horizontem a příliš nezkoumají, zda je možné během tohoto horizontu rizikové pozice skutečně uzavřít či zda při jejich zavírání neutrpí dodatečné ztráty kvůli obchodování za rozšířená tržní rozpětí či za ceny výrazně stlačené předchozími prodeji. Nezohlednění tržní likvidity přitom může způsobit, že instituce nedrží dostatečnou výši vlastního kapitálu v poměru k podstupovaným rizikům.

V článku jsou popsány způsoby, jak lze zohlednit tržní likviditu při výpočtu Value at Risk. Není samozřejmě nutné, aby všechny instituce využívaly nejsložitější z výše popsaných metod, jejichž aplikace na rozsáhlé portfolio může být velmi složitá. Je však rozhodně třeba, aby si management dostatečně uvědomoval velikost držených pozic a schopnost instituce je uzavřít i v případě nepříznivých podmínek na trhu. Zároveň je nutné, aby byl management schopen vydat rychle rozhodnutí směřující k omezení podstupovaných rizik při náhlém poklesu kapitálu.

Literatura

- ALMGREN, R.; CHRISS, N. 2000. Optimal Execution of Portfolio Transactions. *Journal of Risk*. Winter 2000/2001, no. 3, s. 5–39.
- ANGELIDIS, T.; BENOS, A. 2006. Liquidity Adjusted Value-at-Risk based on the components of the bid-ask spread. *Applied Financial Economics*. 2006, vol. 16, no. 11 (1 July), s. 835–851.
- BANGIA, A.; DIEBOLD, F. X.; SCHUERMANN, T.; STROUGHAIR, J. D. 1999. Modeling Liquidity Risk, With Implications for Traditional Market Risk Measurement and Management [Working Paper 99-06]. Wharton School, 1999.
- BERKOWITZ, J. 2000. Breaking the Silence. *Risk*. 2000, October, s. 105–108.
- BERTSIMAS, D.; LO, A. 1998. Optimal Control of Execution Costs. *Journal of Financial Markets*. 1998, no. 1, s. 1–50.
- BOOKSTABER, R. 2000. Understanding and Monitoring the Liquidity Crisis Cycle. *Financial Analysts Journal*. 2000, September/October, s. 17–22.
- COSANDEY, D. 2001. Adjusting Value-at-Risk for Market Liquidity. *Risk*. 2001, October, s. 115–118.
- DUBIL, R. 2001. How to include liquidity in a market VaR statistic? University of Connecticut, School of Business, 2001.
- DUBIL, R. 2002. Optimal Liquidation of Large Security Holdings in Thin Markets. University of Connecticut, School of Business, 2002.
- HISATA Y.; YAMAI, Y. 2000. Research Toward the Practical Application of Liquidity Risk Evaluation Methods [Discussion Paper]. IMES Bank of Japan, December 2000.
- International Accounting Standards Board. 2006. International Financial Reporting Standards. London : IASCF Publications Department, 2006.
- KYLE, A. 1985. Continuous Auctions and Insider Trading. *Econometrica*. 1985, vol. 53, no. 6 (November), s. 1315–1335.
- LE SAOUT, E. 2002. Incorporating Liquidity Risk in VaR Models. Paris, 2002.
- LEE, C. M. C.; READY, M. J. 1991. Inferring trade direction from intraday data. *Journal of Finance*. 1991, no. 46, 1991, s. 733–754.
- MALZ, A. M. 2003. Liquidity risk: current research and practice. *RiskMetrics Journal*. 2003, 4Q, s. 35–72.
- MARRISON, CH.; SCHUERMANN, T.; STROUGHAIR, J. D. 2000. Changing Regulatory Capital to Include Liquidity and Management Intervention. *The Journal of Risk Finance*. 2000, Summer, s. 47–54.
- PERSAUD, A. 2000. The liquidity puzzle. *Risk*. 2000, June, s. 64–66.

- ROY, S. 2004. Liquidity Adjustment in Value at Risk (VaR) Model: Evidence from the Indian Debt Market. *Reserve Bank of India Occasional Papers*. 2004, vol. 25, no. 1, 2 and 3.
- SHAMROUKH, N. 2001. *Modeling Liquidity Risk in VaR Models*. London : Algorithmics UK, 2001.
- STRNAD, P. 2005. Měření tržních rizik pomocí metody Value at Risk. *E + M Ekonomie a Management*. 2005, č. 2, s. 84–96.

MARKET LIQUIDITY RISK AND ITS INCORPORATION INTO VALUE AT RISK

Abstract: Over the past few years, the Value at Risk indicator (VaR) has evolved, without doubt, into the most frequently used comprehensive tool for assessment of potential losses caused by adverse changes in market rates. However, the common models used for VaR assessment are based only on mid prices and do not take into account the existence of time-varying bid-ask spreads. In addition, they assume that any amount of instruments can be sold almost immediately without an adverse impact on prices. Thus, they focus only on pure market risks without taking into account the market liquidity. As a consequence, they underestimate the total risk.

This paper focuses on the importance of market liquidity and describes ways to integrate it into the VaR calculation.

Keywords: Market liquidity, Liquidation strategy, Bid-ask spread, Market risk, Value at Risk

JEL Classification: G1, G21, G32, E44