

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

MATJAŽ ŠTAJNER



UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

UPORABA  
STANDARDIZIRANIH VREMENSKIH IZVEDENIH INSTRUMENTOV  
ZA EVROPSKA MESTA V SLOVENIJI

Ljubljana, oktober 2009

MATJAŽ ŠTAJNER

### **IZJAVA**

Študent Matjaž Štajner izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Aleša S. Berka, in da dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 6. oktober 2009 Podpis: \_\_\_\_\_

## Kazalo

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| UVOD.....                                                                | 1  |
| 1. IZVEDENI FINANČNI INSTRUMENTI .....                                   | 2  |
| 1.1. Zgodovina.....                                                      | 2  |
| 1.2. Varovalci in špekulanti.....                                        | 3  |
| 1.2.1. Obvladovanje finančnih tveganj v slovenskih podjetjih .....       | 3  |
| 1.3. Vrste izvedenih finančnih instrumentov .....                        | 4  |
| 1.3.1. Terminski posli .....                                             | 4  |
| 1.3.2. Terminske pogodbe .....                                           | 5  |
| 1.3.3. Opcije .....                                                      | 6  |
| 1.3.4. Posli zamenjave .....                                             | 8  |
| 1.4. Obseg prometa z izvedenimi finančnimi instrumenti.....              | 8  |
| 2. VREMENSKI IZVEDENI INSTRUMENTI .....                                  | 9  |
| 2.1. Začetki trga vremenskih izvedenih instrumentov.....                 | 9  |
| 2.1.1. Zgodovina.....                                                    | 10 |
| 2.1.2. Vstop zavarovalnic .....                                          | 10 |
| 2.1.3. Propad Enrona .....                                               | 11 |
| 2.1.4. Razvoj sekundarnega trga.....                                     | 11 |
| 2.1.5. Razvoj v prihodnosti.....                                         | 11 |
| 2.2. Predstavitev vremenskih izvedenih instrumentov .....                | 12 |
| 2.2.1. Obdobje vremenske pogodbe .....                                   | 12 |
| 2.2.2. Merjenje vremena .....                                            | 12 |
| 2.2.3. Merilne postaje, uporabljene v diplomi .....                      | 17 |
| 2.2.4. Povezanost vremenskih spremenljivk .....                          | 18 |
| 2.2.5. Vremenski indeksi .....                                           | 19 |
| 2.3. Obseg prometa z vremenskimi finančnimi instrumenti.....             | 23 |
| 2.4. Tveganja vremenskih izvedenih instrumentov .....                    | 24 |
| 2.4.1. Tveganje osnove .....                                             | 24 |
| 2.4.2. Likvidnostno tveganje .....                                       | 25 |
| 2.5. Uporaba vremenskega varovanja.....                                  | 25 |
| 2.5.1. Izpostavljenost vremenu .....                                     | 26 |
| 2.5.2. Varovanje pred upadom prometa .....                               | 26 |
| 2.5.3. Končni uporabniki trga z vremenskimi izvedenimi instrumenti ..... | 27 |
| 3. VREDNOTENJE.....                                                      | 29 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Modeli predvidevanja vrednosti vremenskih indeksov..... | 29 |
| 3.1.1. Zgodovinska analiza.....                              | 30 |
| 3.1.2. Indeksno modeliranje .....                            | 31 |
| 3.1.3. Dnevno modeliranje .....                              | 33 |
| 3.2. Določitev cene vremenski terminski pogodbi.....         | 34 |
| 3.2.1. Pravična cena.....                                    | 34 |
| 3.2.2. Primer trgovanja z vremensko terminsko pogodbo.....   | 35 |
| 3.2.3. Vpliv časa na uporabnost modela vrednotenja.....      | 35 |
| 3.2.4. Contango-Backwardian krivulja .....                   | 36 |
| 3.3. Izračun premije vremenski opciji.....                   | 36 |
| 3.3.1. Pomanjkljivost Black-Scholesovega modela .....        | 36 |
| 3.3.2. Primer trgovanja z opcijami .....                     | 37 |
| 4. POVEZANOST VREMENA.....                                   | 38 |
| 4.1. Korelacija povprečne temperature .....                  | 39 |
| 4.2. Uporaba vremenskih izvedenih instrumentov za Rim .....  | 40 |
| 4.2.1. Tveganje osnove.....                                  | 40 |
| 4.2.2. Likvidnostno tveganje .....                           | 41 |
| 4.2.3. Priložnost za slovensko finančno panogo .....         | 41 |
| SKLEP.....                                                   | 42 |
| LITERATURA IN VIRI .....                                     | 43 |
| PRILOGE .....                                                | 1  |

## Kazalo tabel

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Število (v tisoč) sklenjenih pogodb z izvedenimi finančnimi instrumenti po skupinah na borzi CME za leti 2007 in 2008 ter delež posamezne skupine v skupnem prometu za leto 2008..... | 8  |
| Tabela 2: Mesta, za katera se na borzi CME trguje z vremenom.....                                                                                                                               | 17 |
| Tabela 3: Evropska mesta, za katera se na borzi CME trguje z vremenom .....                                                                                                                     | 17 |
| Tabela 4: Slovenska mesta in njihove vremenske postaje.....                                                                                                                                     | 18 |
| Tabela 5: Čas merjenja minimalne in maksimalne temperature za evropska mesta .....                                                                                                              | 19 |
| Tabela 6: Povprečni mesečni indeks HDD za obravnavana mesta za izbrana leta .....                                                                                                               | 20 |
| Tabela 7: Povprečni mesečni indeks CDD za obravnavana mesta za izbrana leta.....                                                                                                                | 21 |
| Tabela 8: Povprečni mesečni indeks CAT za obravnavana mesta za izbrana leta .....                                                                                                               | 22 |
| Tabela 9: Promet na borzi CME s standardiziranimi vremenskimi izvedenimi instrumenti .....                                                                                                      | 23 |
| Tabela 10: Aktivnost pri septembrski CAT-pogodbi za London na dan 16. 9. 2009.....                                                                                                              | 35 |
| Tabela 11: Promet z opcijami na zimski HDD v Londonu med 3. 9. in 25. 9. 2009. ....                                                                                                             | 37 |
| Tabela 12: Povprečni mesečni korelacijski koeficienti med tremi slovenskimi mesti in Rimom za povprečno dnevno temperaturo od 1. 1. 1996 do 31. 7. 2009.....                                    | 40 |

## Kazalo slik

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Gibanje finančnega učinka nakupne opcije (levo) in prodajne opcije (desno)....                                                                    | 7  |
| Slika 2: Gibanje finančnega učinka ovratnice (levo) in razkoraka (desno) z vidika varovalca.....                                                           | 7  |
| Slika 3: Vremenske postaje mreže Globalne meteorološke mreže.....                                                                                          | 13 |
| Slika 4: Stanje baze NCDC o številu vremenskih postaj in o številu dnevnih povzetkov na leto.....                                                          | 14 |
| Slika 5: Število manjkajočih dni po letih za tri slovenska mesta.....                                                                                      | 16 |
| Slika 6: Dnevna vidljivost (levo) in povprečna temperatura (desno) za Maribor.....                                                                         | 18 |
| Slika 7: Prikaz razlike med cenovnim in količinskim tveganjem upada prometa .....                                                                          | 26 |
| Slika 8: Povezanost povprečne dnevne temperature (v F) s povprečno dnevno obremenitvijo (y-os) nekega elektrodistribucijskega podjetja na zahodu ZDA ..... | 27 |
| Slika 9: Prirast nektarin podjetja Fresno County glede na indeks CDD v letih med 1982 in 2003 .....                                                        | 28 |
| Slika 10: Oktobrski indeksi CAT (levo) in standardni odklon (desno) za Portorož od leta 1973. ....                                                         | 30 |
| Slika 11: Histogram porazdelitve oktobrskega indeksa CAT (desno) in njegove normalne porazdelitve (levo) za Portorož od leta 1973.....                     | 31 |
| Slika 12: Napake zgodovinske analize oz. indeksnega modeliranja za nakupno opcijo .                                                                        | 32 |

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 13: Spreminjanje dejavnikov, ki vplivajo na ceno HDD vremenskega izvedenega instrumenta .....                                                                             | 36 |
| Slika 14: Prikaz finančnega učinka (v mio. funtov) špekulantovega portfelja prodanih opcij prek borze CME med 3. 9. in 25. 9. 2009 za sezonski zimski indeks HDD v Londonu..... | 38 |
| Slika 15: Povprečni mesečni korelacijski koeficienti med mesti od 1. 1. 1996 do 31. 7. 2009 .....                                                                               | 39 |

## UVOD

Širša javnost pozna izvedene finančne instrumente predvsem po visokem tveganju, mnoga podjetja pa jih uporabljajo za zmanjševanje tveganj, kot so varovanje pred neugodnim nihanjem cen surovin, proizvodov, deviznih tečajev, obrestnih mer in itd. V zadnjem desetletju postaja pomembno tudi tveganje neugodnega vremena. Vreme postaja manj predvidljivo in ima vedno večje ekonomske posledice na energetska in kmetijska podjetja. Pomembno vpliva tudi na podjetja, ki se usmerjajo v trajnostni oz. sonaravni razvoj.

V diplomskem delu predstavljam izvedene finančne instrumente v povezavi z vremenom – vremenske izvedene instrumente in njihovo trgovanje na organiziranem trgu. Ta je najboljše razvit na borzi Chicago Merchandise Exchange (CME), kjer se z vremenskimi izvedenimi instrumenti trguje že za deset evropskih mest. Ugotoviti želim, kakšne so vremenske povezave med Slovenijo in temi evropskimi mesti, ter izbrati tisto mesto, ki bi bilo že danes primerno za varovanje pred neugodnim vremenom v Sloveniji.

Vreme je med mesti praviloma različno, vendar kljub temu pričakujem zadovoljivo stopnjo korelacije med vremenom v Sloveniji in vremenom v evropskih mestih, za katera se na borzi CME trguje z vremenskimi izvedenimi instrumenti. Predpostavljam, da bi lahko slovenska finančna panoga obravnavano področje že danes vključila v svojo ponudbo.

Za omenjeno tematiko sem se odločil, ker so vremenski izvedeni instrumenti v tujini vedno pogostejši, v Sloveniji pa se o njih ne govori in so neprepoznavni. Njihovo poznavanje postaja pomembnejše ob prehodu Evrope na trajnostno gospodarstvo in ob povečani odvisnosti od vremena – tako energetske kot prehranske.

Pristop je sprva deskriptivni, saj predstavljam osnovo za trgovanje z 'vremenom'. Nato uporabim analitični pristop za ugotavljanje uporabnosti vremenskih izvedenih instrumentov za evropska mesta v Sloveniji.

V prvem poglavju začnem diplomsko delo z opisom izvedenih finančnih instrumentov. Predstavil bom lastnosti in vrste tistih izvedenih finančnih instrumentov, ki se že uporabljajo za trgovanje z vremenom. Drugo poglavje je namenjeno predstavitvi začetkov vremenskih izvedenih instrumentov in njihove uporabe v zvezi z obvladovanjem tveganj vremena. Sem spadata tudi merjenje in standardizacija vremena. V nadaljevanju obdelam vrednotenje vremenskih izvedenih instrumentov in trgovanje z njimi. Zadnje poglavje je namenjeno predstavitvi možne uporabe standardiziranih vremenskih instrumentov v Sloveniji na podlagi ugotovljene povezanosti vremena v Ljubljani, Mariboru in Portorožu z vremenom v tistih evropskih mestih, za katera se z vremenskimi izvedenimi instrumenti že organizirano trguje na borzi CME.

# 1 IZVEDENI FINANČNI INSTRUMENTI

**Izvedeni finančni instrumenti** (angl. *derivatives*) so pravice, katerih cena je posredno ali neposredno odvisna od cene osnovnega instrumenta<sup>1</sup>, na primer vrednostnega papirja, tujih valut, blaga, obrestne mere, sredstva, indeksa, surovine itd. (Doles, b.l.).

Na primer, vrednost borznega indeksa S&P 500 se vsak dan izračuna na podlagi gibanja petstotih delnic. Indeks delnic je osnovni instrument in ga lahko kupimo neposredno z nakupom vseh petstotih delnic z enakimi utežmi, kot so nekega dne v indeksu S&P 500. Če se indeks poveča za eno indeksno točko, se kupcu za 50 dolarjev poveča vrednost pogodbe<sup>2</sup>. Pravimo, da ima kupec izvedeni finančni instrument vezan na indeks S&P 500.

Izvedeni finančni instrumenti v zvezi z vremenom so: opcije, terminske pogodbe, menjalni posli<sup>3</sup> in drugi izvedeni posli v zvezi s spremenljivkami ozračja, ki morajo biti poravnani z denarnim plačilom (Zakon o trgu finančnih instrumentov, Ur.l. RS š. 67/2007).

V primeru, prilagojenem temu diplomskemu delu, je vrednost indeksa CAT seštevek povprečnih dnevni temperatur v nekem kraju in se izračuna kot seštevek povprečnih dnevni temperatur v nekem obdobju. Indeks seštete povprečne dnevne temperature je torej osnovni instrument, ki ga ne moremo kupiti neposredno, temveč le posredno z uporabo vremenskega izvedenega instrumenta. Če se indeks poveča za eno indeksno točko, se kupcu vrednost pogodbe poveča za 20 evrov<sup>4</sup>. Pravimo, da ima kupec vremenski izvedeni instrument<sup>5</sup> vezan na povprečno dnevno temperaturo nekega kraja.

## 1.1 Zgodovina

Prvi posel z izvedenim instrumentom je omenjen v Svetem pismu, v 29. poglavju Geneze, iz okoli leta 1700 pred našim štetjem. Jakob je kupil opcijo za pravico do poroke z Labanovo hčerko Rahelo, ki ga je stala sedem let dela. Toda ker je njegov tast Laban zahteval poroko s starejšo hčerko Leo, je to bila tudi prva opcija, ki je propadla (angl. *default*). Ta posel ima lahko tudi značilnosti terminskega posla<sup>6</sup> (angl. *forward*), a gre v vsakem primeru za izvedeni instrument<sup>7</sup> (Chance, 1998). Weber (2008) navaja še nekaj primerov iz istega obdobja, vendar imajo vsi značilnosti kratke prodaje (angl. *short selling*).

---

<sup>1</sup> V žargonu v zvezi z izvedenimi finančnimi instrumenti se namesto besedne zveze »osnovni instrument« pogosto uporablja izraz »podrejeni.

<sup>2</sup> CME mini S&P 500 future.

<sup>3</sup> Menjalni posli lahko pomenijo tudi menjavo tuje valute v evro pri bančnem okencu na poslovne banke.

<sup>4</sup> CME weather CAT future za Rim.

<sup>5</sup> Pravilen prevod za »weather derivative« bi bil »vremenski izvedeni finančni instrument«, saj gre za finančno ovrednotenje neke vremenske spremenljivke, ki je v tem primeru temperatura. Takšno navajanje premalo poudarja razliko do drugih izvedenih finančnih instrumentov.

<sup>6</sup> Ločim med terminskim poslom (angl. *forward*) in terminsko pogodbo (angl. *futures*).

<sup>7</sup> V tem primeru ne gre za izvedeni finančni instrument, zato besedo »finančni« izpustim.

ali blagovnega posojila (angl. *commodity loan*) in jih zato ne omenjam. Razvidno pa je, da je trgovanje z izvedenimi instrumenti staro toliko, kot je stara sama trgovina.

Začetki izvedenih instrumentov pri zahodni civilizaciji segajo v leto 1637, ko so se sklepali terminski posli za tulipanove čebulice. Terminalske pogodbe (angl. *futures*) so se začele pojavljati na trgu z rižem Yodoya v Osaki na Japonskem leta 1650. Verjetno najpomembnejši mejnik je leto 1848, ko je bila ustanovljena borza v Chicagu (Chicago Board of Trade). Chicago je postal center trgovanja s pšenico, vendar skladiščne kapacitete kmalu niso več zadoščale, kar je povzročalo dramatične skoke in padce trenutnih cen (angl. *spot price*) pšenice. Skupina posrednikov je v ta namen oblikovala pogodbo po povzetju (angl. *to-arrive contract*), ki je dovoljevala, da so kmetje dobavili pšenico čez več mesecev po vnaprej znani ceni (angl. *lock in the price*), do dneva dobave pa so jo skladiščili doma na kmetijah. Te pogodbe so postale standardizirane leta 1865. Leta 1925 je bila ustanovljena prva obračunska hiša (angl. *clearinghouse*). V dvajsetem stoletju so bile opcije in terminske pogodbe večkrat prepovedane tako v ZDA kot po Evropi. Zadnja večja prepoved je bila sprejeta leta 1936 (Chance, 1998).

Trgovanje z opcijami se je začelo nekoliko kasneje. Na uspeh opcij je ključno vplivala objava modela za vrednotenje opcij avtorjev Blacka in Scholesa v letu 1973, po katerih se model danes tudi imenuje (Haug, 1997). Delovanje modela obravnavam v poglavju 4.3.

## 1.2 Varovalci in špekulanti

Za umevanje trga z izvedenimi finančnimi instrumenti, trga varovanja pred vremenom in navsezadnje tudi te diplomske naloge je koristna ločitev med varovalci in špekulanti. **Varovalci** (angl. *hedgers*) so izpostavljeni vremenskemu tveganju in ga želijo zmanjšati oz. se pred njim zaščititi, **špekulanti** (angl. *speculators*) pa to varovanje prodajajo (angl. *writing weather contracts*). Definicija je zelo groba in celo odstopa od dejanske definicije, a daje zelo dober vpogled v delovanje trga. Transakcije med špekulanti in varovalci so najboljše opisane kot primarni trg, druge transakcije so boljše opisane s sekundarnim trgom (Jewson, Brix & Ziehmman, 2005).

### 1.2.1 Obvladovanje finančnih tveganj v slovenskih podjetjih

Raziskave o obnašanju slovenskih podjetij in poslovnih finančnikov v slovenskih podjetjih med letoma 1998 in 2003 so pokazale, da je tveganje relativno slabo obvladovano (Berk, 2003). V raziskavi Berk (2005) ugotavlja s pomočjo ankete, ki je zajemala vzorec 137 slovenskih podjetij, da tista podjetja, ki bolje obvladujejo finančna tveganja, dosegajo višjo donosnost, so bolj učinkovita, produktivna, plačilno sposobna in financirana z več dolga. Podjetja imajo največ pomislekov glede uporabe izvedenih finančnih instrumentov zaradi likvidnosti trga, nadzora in vrednotenja instrumentov ter tržnega in kreditnega tveganja.

Berk (2005) navaja, da obvladovanje tveganja omogoča podjetju, da se osredotoči na svojo osnovno dejavnost in izboljša »izplen«, hkrati pa izpostavi nekatere strategije pod ponovno presojo. Razloge za upravljanje tveganj Berk deli v dve skupini. Prva poudarja maksimizacijo premoženja lastnikov z davčnimi prihranki, izogibanjem premajhnega obsega izvedenih investicij in minimizacijo stroškov finančne stiske. Druga skupina izpostavlja problematiko finančnih odnosov med agenti in principalami.

### 1.3 Vrste izvedenih finančnih instrumentov

Poleg **borznih** standardiziranih izvedenih finančnih instrumentov in **zunaj borznih** (angl. *OTC-over the counter*) nestandardiziranih izvedenih finančnih instrumentov je mogoča naslednja generacijska delitev (Klopčič, 2009):

- **prva generacija:** sem sodijo terminski posli in pogodbe (angl. *forward in futures*), posli zamenjave (angl. *swap*) in opcije (angl. *options*), katerih cena se oblikuje neposredno iz cene osnovnega instrumenta,
- **druga generacija:** osnovni instrumenti izvedenih finančnih instrumentov te generacije so izvedeni finančni instrumenti prve generacije; primer takšnih instrumentov so opcije na terminske pogodbe,
- **naslednje generacije:** ti instrumenti se označujejo kot hibridni, eksotični ali strukturirani in so v nastajanju; tuja literatura vremenske izvedene instrumente uvršča med eksotične instrumente.

V nadaljevanju se bom pri opisu izvedenih finančnih instrumentov omejil na tiste, ki se uporabljajo v zvezi z vremenom – to so terminski posli in pogodbe, opcije in posli zamenjave.

#### 1.3.1 Terminski posli

**Terminski posel** (angl. *forward*) je zavezujoč dogovor med dvema strankama o nakupu oziroma prodaji osnovnega instrumenta po ceni, dogovorjeni v času sklenitve posla, in z dejansko dobavo dogovorjenega zneska na določen prihodnji datum (datum zapadlosti) (Winstone, 1995, v Doles, b.l.). Je najenostavnejši izvedeni finančni instrument, zato so ga nekatere banke v Sloveniji ponudile komitentom že leta 1995 (Doles, b.l.).

V pogodbi se stranki dogovorita za način poravnave, ki je pri vremenskem izvedenem instrumentu vedno v denarju. Fizična dobava je značilna le za izvedene finančne instrumente, vezane na surovine, in še tam je poravnava v veliko primerih denarna.

Pri terminskem poslu se poravnava izvede ob zapadlosti; v vmesnem času ni denarnih tokov. Posledično so te pogodbe namenjene držanju do zapadlosti (angl. *hold till maturity*).

Terminski posel je nestandardna obvezujoča pogodba, pri kateri sta obe strani izpostavljeni možnosti oz. **kreditnem tveganju** (angl. *credit risk*), da nasprotna stran ne bo izpolnila obveznosti (angl. *default*). Tovrstni posli se sklepajo na trgu **zunaj borze** (angl. *OTC*).

### 1.3.2 Terminske pogodbe

**Terminske pogodbe** (angl. *futures*) so sporazumi o nakupu oziroma prodaji standardne količine in kakovosti nekega natančno opisanega osnovnega sredstva na standardiziran dan v prihodnosti, po ceni, določeni ob sklenitvi pogodbe (Winstone, 1995, v Doles, b.l.).

Prednost standardizacije je v minimiziranju transakcijskih stroškov trgovanja z njimi, saj se strankami ni treba ob vsaki sklenitvi posla pogajati o posameznih elementih pogodbe, temveč se dogovorijo le o ceni posamezne terminske pogodbe (Doles, b.l.).

Veljavnost terminske pogodbe se začne z njeno registracijo pri **obračunski hiši** (angl. *clearinghouse*). Takrat se osnovna pogodba med kupcem in prodajalcem razdeli na dve samostojni pogodbi. Prvotni pogodbeni stranki si še naprej obetata iste koristi (in iste obveznosti), le da na drugo stran pogodbe stopi obračunska hiša, ki zagotavlja izpolnitev obveznosti nasprotne stranke. S tem se kreditno tveganje praktično izniči (Doles, b.l.).

Pri trgovanju s terminskimi pogodbami morata obe stranki deponirati **začetno kritje** (angl. *initial margin*) pri obračunski hiši po svojih borznih posrednikih. To uporabi obračunska hiša kot jamstvo, da bosta stranki izpolnili pogodbene obveznosti oz. da bosta poravnali potencialno izgubo, ki lahko nastane v času do dospelja pogodbe. V nadaljevanju trajanja pogodbe stranki vzdržujeta **giblivo kritje** (angl. *variation margin*), (Doles, b.l.).

Obračunska hiša prek **sistema kritij** (angl. *margin system*) **dnevno vrednoti** (angl. *marking to market*) terminske pogodbe. Dnevno stranki pripiše pozitivno ali negativno spremembo v vrednosti pogodbe, ki se izračuna kot razlika med današnjo in včerajšnjo obračunsko ceno (angl. *settlement price*<sup>8</sup>) pomnoženo z vrednostjo točke. Gibljivo kritje obračunska hiša zahteva naslednje trgovalne dneve.

Bloomberg<sup>9</sup> je dne 9. 7. 2009 za vremensko terminsko pogodbo z oznako L5N9<sup>10</sup> izkazoval trenutno ceno v višini 597 točk. Ker vrednost točke (angl. *tick value*) znaša 20 funtov, je ta vremenska terminska pogodba vredna 11.940 funtov. Bloomberg kaže, da je zahtevano začetno kritje za špekulante 483,57 funtov, medtem, ko je za varovalce 358,20 funta.

---

<sup>8</sup> V praksi se običajno za obračunsko ceno uporablja **zadnja cena** (angl. *last price*).

<sup>9</sup> Bloomberg je globalni medijski portal, ki 24 ur na dan objavlja finančne novice in informacije, med njimi tudi v živo vse tečaje skoraj vseh borz na planetu.

<sup>10</sup> Gre za vremensko terminsko pogodbo vezano na seštevek dnevni povprečni temperatur (CAT), ki so merjene na Londonskem letališču Heathrow v mesecu juliju. Več o vsebini te pogodbe pišem v nadaljevanju.

Bloomberg za gibljivo kritje uporablja besedno zvezo sekundarno kritje (angl. *secondary margin*) in znaša 358,20 funta, tako za špekulanta, kot za varovalca. Ker pod to mejo deponirano kritje ne sme pasti, bo moral varovalec nemudoma nakazati razliko v višini izgube, v kolikor bo še isti dan, to je na dan sklenitve posla, končna obračunska cena nižja od cene sklenitve posla. Ker je moral špekulant v začetku zagotoviti višje kritje, se lahko obračunska cena sprosti do 6 točk, preden bo moral zagotoviti dodatna sredstva.

### 1.3.3 Opcije

**Opcija** (angl. *options*) daje imetniku pravico, in ne obveznost, kupiti ali prodati osnovni instrument po vnaprej dogovorjeni ceni na neki standardiziran prihodnji datum (Doles, b.l.). Pravica do nakupa osnovnega instrumenta se imenuje **nakupna opcija** (angl. *call option*), pravica do prodaje je **prodajna opcija** (angl. *put option*).

Vse **vremenske opcije** (angl. *weather options*) imajo za osnovni instrument **vremenske terminske pogodbe** (angl. *weather futures*) in so evropskega tipa. To pomeni, da jih lahko imetnik unovči le na dogovorjeni **datum unovčitve oz. izvršitve**<sup>11</sup> (angl. *exercise date*). Poznamo še ameriški tip opcije, pri katerem lahko imetnik opcijo unovči kadar koli med njenim trajanjem. Literatura navaja še druge tipe: bermudski, azijski itd. (Marrison, 2002).

Cena, po kateri je mogoče kupiti ali prodati osnovni instrument, se imenuje **izvršilna cena** (angl. *exercise price* ali *strike price*) in je vnaprej določena. V kombinaciji z zadnjo **obračunsko ceno** osnovnega instrumenta na dan izvršitve opcije izvršilna cena določa, ali bo imetnik opcije uveljavil pravico. Na primer, če bo izvršilna cena nakupne (prodajne) opcije nižja (višja) od cene osnovnega instrumenta, bo imetnik opcije izkoristil pravico.

Špekulant oz. **prodajalec opcije** (angl. *call writer*) mora prodati osnovni instrument, če se varovalec oz. kupec opcije tako odloči. In za to tveganje zahteva špekulant nagrado. Cena, ki jo mora varovalec plačati za opcijo, se imenuje **premija** (angl. *option premium* ali *option price*). Ta ostane špekulantu ne glede na to, kako se kupec opcije odloči. Seveda, višja kot bo izvršilna cena opcije glede na osnovni instrument, manjša bo premija, saj bo tudi verjetnost izvršitve manjša. Zaradi premije se negativni finančni učinek opcije začne nekoliko pred izvršilno ceno (glej  $C_t$  in  $P_t$  na Sliki 1).

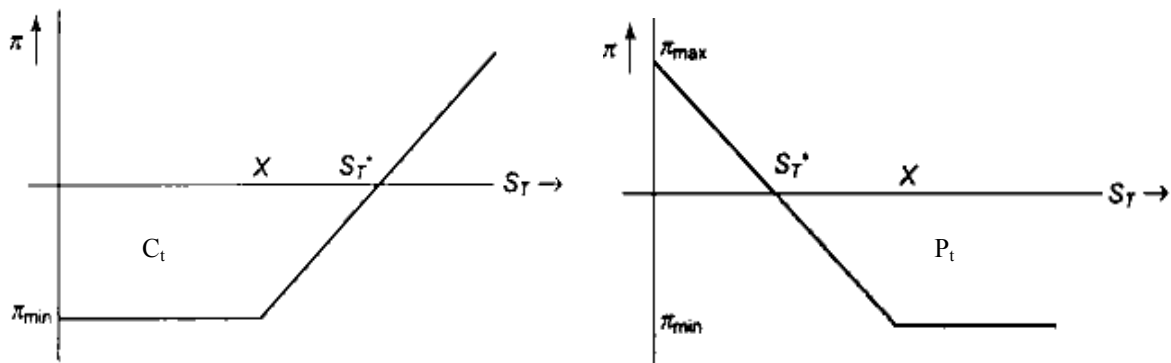
Premija je sestavljena iz dveh delov: notranje vrednosti in časovne vrednosti. **Notranja vrednost** (angl. *intrinsic value*) opcije je enaka razliki med trenutno in izvršilno ceno. Opcija jo ima, ko je izvršilna cena ugodnejša od trenutne cene osnovnega instrumenta. **Časovna vrednost** (angl. *time value*) opcije je enaka razliki med plačano premijo in notranjo vrednostjo (Doles, b.l.).

---

<sup>11</sup> Izraz »datum unovčitve« uporabljam tedaj, ko imetnik opcijo unovči pred dogovorjenim datumom zapadlosti. Če imetnik drži opcijo do konca dogovorjenega datuma, uporabim izraz »datum izvršitve«.

Na Sliki 1 prikazujem gibanji finančnih učinkov opcij. Kupec opcije plača za nakup pravice neko premijo ( $C_t$  oz.  $P_t$  za prodajno opcijo), ki znižuje finančni učinek opcije ( $\pi$ ). Vendar je vrednost premije največja možna izguba ( $\pi_{\min}$ ), ki jo lahko utрпи imetnik. Imetniku se večja  $\pi$  nakupne opcije z rastjo obračunske cene osnovnega instrumenta na datum izvršitve ( $S_T$ ) nad izvršilno ceno opcije ( $X$ ) oz. pri prodaji opciji se večja  $\pi$  z nižanjem  $S_T$  pod  $X$ . Ker je imetnik plačal premijo, mora biti  $S_T$  nekoliko višja (oz. nižja pri prodajni opciji) od  $S_T$ . Ceno  $S_T$  pri kateri ima kjer imetnik opcije nični izid (angl. *break even*), označim  $S_T^*$ .

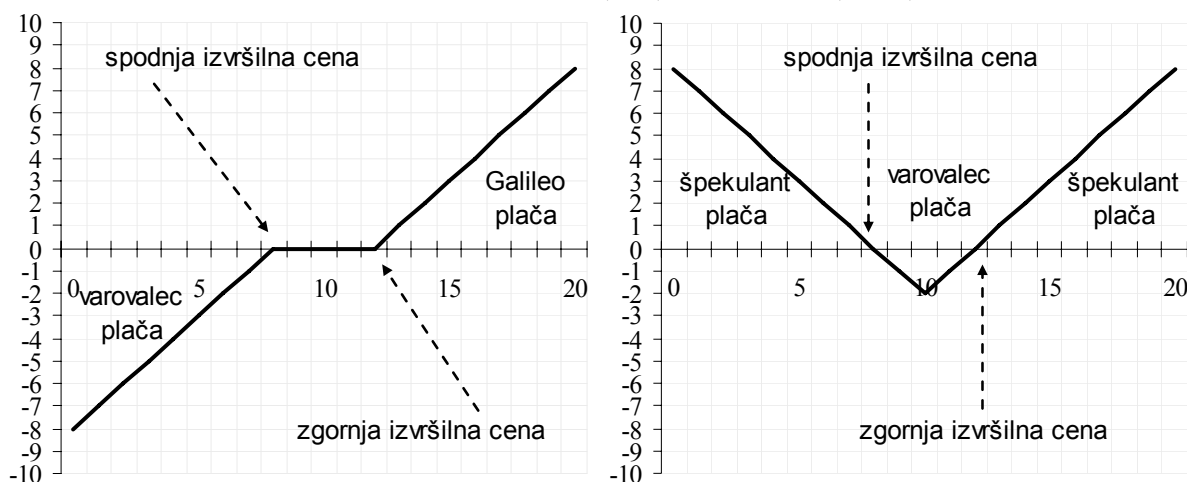
Slika 1: Gibanje finančnega učinka nakupne opcije (levo) in prodajne opcije (desno)



Vir: Parameswaran, S. *Option Strategies*, b.l.

Ponudniki varovanja pred neugodnim vremenom, kot je podjetje Galileo Weather Risk Management, imajo na voljo tudi sestavljene produkte. Na sliki 2 prikazujem **ovratnico** (angl. *collar*), ki jo omenjeno podjetje oglašuje na svojih spletnih straneh. Ovratnica je takšna kombinacija opcij, pri kateri stranka plača varovanje le, če je končna obračunska cena pod spodnjo izvršilno ceno, in dobi povrnjeno morebitno utrpelo škodo tedaj, če je končna obračunska cena nad zgornjo izvršilno ceno. Če je končna obračunska cena na intervalu med obema izvršilnima cenama, varovalec ne plača nič, niti premije.

Slika 2: Gibanje finančnega učinka ovratnice (levo) in razkoraka (desno) z vidika varovalca



Vir: Products [podjetja Galileo Weather Risk Management,., 2009.

Zraven ovratnice na Sliki 2 prikazujem **razkorak** (angl. *straddle*), ki sem ga sestavil iz nakupne in prodajne opcije. V tem primeru varovalec hkrati kupi nakupno in prodajno opcijo. Za razkorak sicer plača dvojno premijo, vendar je varovan pred obema ekstremoma, tako pred prevročim kot pred premrzlim obdobjem.

#### 1.3.4 Posli zamenjave

**Posel zamenjave** (angl. *swaps*) je v osnovi le zaporedje terminskih poslov oz. pogodb. Vsebuje najmanj naslednje elemente: osnovni instrument, trajanje, količina, gibljiva cena in trdna cena. Je instrument zavarovanja, ki ne vključuje fizične dobave; poravnava je denarna (Smithson, 1995, v Klopčič, 2009). Galileo Weather Risk Management na spletni strani (29. 9. 2009) kot primer posla zamenjave prikaže terminsko vremensko pogodbo.

### 1.4 Obseg prometa z izvedenimi finančnimi instrumenti

Diplomska naloga se nanaša na trgovanje z izvedenimi finančnimi instrumenti na borzi **Chicago Merchandise Exchange (CME)**. Količinski promet te borze je prikazan v Tabeli 1, iz katere je razvidno, da vremenski izvedeni instrumenti zavzemajo majhen delež (0,04 odstotka) skupnega količinskega prometa te borze. Ugotavljam tudi, da se z vremenskimi instrumenti več trguje po opcijah kot po terminskih pogodbah.

*Tabela 1: Število (v tisoč) sklenjenih pogodb z izvedenimi finančnimi instrumenti po skupinah na borzi CME za leti 2007 in 2008 ter delež posamezne skupine v skupnem prometu za leto 2008*

| Skupina pogodb<br>pri borzi CME | Terminske pogodbe |           | Letna<br>sprem. | Opcije  |         | Letna<br>sprem. | Skupaj    |           | Delež<br>'08 | Letna<br>sprem. |
|---------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|---------|---------|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
|                                 | 2007              | 2008      |                 | 2007    | 2008    |                 | 2007      | 2008      |              |                 |
| Delniški indeksi                | 633.577           | 841.696   | 33 %            | 40.718  | 43.854  | 8 %             | 674.295   | 885.549   | 46,77 %      | 31 %            |
| Obrestne mere                   | 623.411           | 597.774   | -4 %            | 313.034 | 228.524 | -27 %           | 936.445   | 826.298   | 43,64 %      | -12 %           |
| Valute                          | 139.794           | 152.216   | 9 %             | 4.333   | 5.594   | 29 %            | 144.127   | 157.810   | 8,33 %       | 9 %             |
| Surovine                        | 18.357            | 20.943    | 14 %            | 1.268   | 2.026   | 60 %            | 19.625    | 22.968    | 1,21 %       | 17 %            |
| Vreme                           | 276               | 255       | -8 %            | 651     | 521     | -20 %           | 927       | 776       | 0,04 %       | -16 %           |
| Nepremičnine                    | 3                 | 1         | -61 %           | 1       | 0       | -100 %          | 4         | 1         | 0,00 %       | -73 %           |
| Skupaj                          | 1,415.418         | 1,612.885 | 14 %            | 360.006 | 280.518 | -22 %           | 1,775.424 | 1,893.403 | 100 %        | 7 %             |

*Vir: Web Volume Report [borze CME], 2009.*

## 2 VREMENSKI IZVEDENI INSTRUMENTI

Vremenski izvedeni instrumenti sodijo v skupino **okoljskih instrumentov** (angl. *environmental instruments*), (Ali & Yano, 2004):

- **etični indeksi** (angl. *ethical security indices*),
- **gozdni vrednostni papirji** (angl. *forestry securitisations*),
- **inkubatorji** (angl. *protected cell companies*),
- **katastrofične obveznice** (angl. *catastrophe bonds*),
- **menjave 'dolga-za-okolje'** (angl. *debt-for-environment swaps*),
- **ogljikovi skladi in menjave** (angl. *carbon funds and swap*),
- **pravilo dobro poučenih vlagateljev** (angl. *the prudent investor rule*),
- **pravilo 'zavaruj-in-trguj'** (angl. *the 'cap-and-trade' regime*),
- **trg s toplogrednimi izpusti** (angl. *greenhouse gas emissions markets*),
- **vremenski izvedeni instrumenti** (angl. *weather derivatives*),
- **zaveza, varovana pred podnebnim tveganjem** (angl. *duty to hedge climatic risks*),
- **zeleni certifikati** (angl. *tradable green certificates*).

Med naštetimi je najbolje organiziran trg s toplogrednimi izpusti. Vzpostavljen je bil s podpisom Kjotskega sporazuma, trgovanje pa je začela Svetovna banka (angl. *World Bank*), ko je konec leta 2003 od male indijske vasice kupila njene desetletne pravice za izpuste toplogrednih plinov v vrednosti 645 dolarjev (Kalshian, 2004). V Sloveniji je v zadnjem času bolj poznan znesek 80 milijonov evrov, za kolikor pravic bo morala Slovenija kupiti v naslednjih letih, ker ne spoštuje Kjotskega sporazuma (Energetika.net, 2009).

Po organiziranosti sledi trg z vremenskimi izvedenimi instrumenti, ki je predmet obravnave v tem diplomskem delu. Med odmevnejšimi instrumenti so menjave 'dolga-za-okolje'. Avstralija in ZDA so na primer leta 2009 odpisale Indoneziji za 70 milijonov dolarjev dolga, ker se je država zavezala k varovanju tropskega gozda (Kristanto, 2009).

Preostali okoljski instrumenti tudi v tujini niso dobro poznani in je o njih malo napisano. Nekoliko izstopajo katastrofične obveznice, katerih donos je vezan na eno, dve ali celo tri katastrofalne vremenske dogodke (Stražar, 2008).

### 2.1 Začetki trga vremenskih izvedenih instrumentov

Razlogov za nastanek trga z vremenskimi izvedenimi instrumenti je več, a v osnovi gre za poizkus zblíževanja kapitalskega in zavarovalniškega trga (CME, 2008). Vedno več energetskih podjetij je želelo sekuritizirati (angl. *securitization*) vremensko tveganje. Na ta

proces je močno vplival **El Ninjo**<sup>12</sup> v zimi 1997/98, ki je bil eden najmočnejših tovrstnih dogodkov. Med milo zimo so se začeli prihodki energetskega podjetja bistveno zniževati. Podjetja so se odločila varovati pred tem sezonskim vremenskim tveganjem (Myers, 2008).

### 2.1.1 Zgodovina

Kdo je sklenil prvi posel, vezan na vreme, ni znano, je pa leta 1996 Aquila podpisala energetska pogodbo s Consolidated Edison, ki je vsebovala tudi elemente zaščite pred vremenom (Garman, Blanco & Erickson, 2000). Aquila se je želela s pogodbo zaščititi pred hladnim avgustom, ki bi ji zmanjšal količino prodane elektrike in posledično prihodke.

Prvi koraki na tem področju so bili narejeni že nekaj let prej. Po deregulaciji energetskega sektorja v ZDA so postala energetska podjetja znatno bolj izpostavljena tveganjem. V Enronu, propadli energetska korporacija, so se začeli zavedati vremenskih tveganj že v letih 1995. V letu 1997 so oblikovali ekipo, ki jo je vodila Lynda Clemmons, ter še istega leta s Koch Industries sklenili nasploh prvi posel, vezan izključno na vreme (Fox, 2002). Enron in Lynda danes veljata za pionirja vremenskega trga.

### 2.1.2 Vstop zavarovalnic

Rast tega novega trga je v prvih letih povezana z vstopanjem zavarovalnic in bank. Zavarovalnice so dobile priložnost, da s tveganji trgujejo na kapitalskih trgih, banke pa so dobile orodje za izrinjanje zavarovalnic (angl. *insurance offshoots*). Med prvimi zavarovalnicami, ki so stopile na trg v letu 1997, so bile AIG, America Re<sup>13</sup> in Swiss Re.

V Evropi je bil sklenjen prvi posel menjave (angl. *swap*) leta 1998 med podjetjema Enron in Scottish Hydro Electric. Glavni igralci na evropskem trgu so postali banka Société Générale, Barep Asset Management in zavarovalnica Axa (Nicholls, 2004).

Leta 2000 je bil trg popolnoma ameriški in večina udeležencev so bila energetska podjetja. Po treh zaporednih milih zimah in velikih izgubah za zavarovalnice so se te začele umikati s trga. V zimi 2000/01 je promet upadel za 19 odstotkov (Nicholls, 2004).

---

<sup>12</sup> El Ninjo je globalno razširjen pojav na stičišču zraka in morja. Tako kot La Nina je to pojav nihanja temperature na vodni gladini v zahodnem delu Pacifiškega oceana. Pojavlja se na vsakih tri do osem let po vsem svetu, tako v Pacifiškem kot v Atlantskem in Indijskem oceanu. Je najbolj znan vremenski pojav, ki ga ni mogoče napovedati in je v zadnjem desetletju bolj raziskan pojav sprememb temperature površinskih voda v Pacifiku. Raziskava Mednarodnega denarnega sklada (International Monetary Fund – IMF) iz leta 2003 kaže, da en pozitiven standardni odklon nepričakovanega gibanja pojava El Ninjo povzroči dvig cen surovin za do štiri odstotne točke in da je v zadnjih letih El Nino povzročal skoraj 20-odstotno gibanje cen surovin, inflacije (angl. *consumer price inflation – CPI*) in svetovne ekonomske aktivnosti (Brunner, 2003).

<sup>13</sup> Hčerinsko podjetje pozavarovalnice Munich Re.

### 2.1.3 Propad Enrona

Največji udarec sta trgu zadala propad Enrona in sesedanje energetskega sektorja v ZDA. Enron je bil na trgu agresiven udeleženec, ki je vzdrževal trg tudi tam, kjer ga nihče drug ni želel. Trgovanje z vremenom je oglaševal celo s serijo oglasov na televiziji. S kreditno krizo, ki jo je povzročil Enron v energetskega sektorju, in z vzpostavljanjem starih regulacij energetskega sektorja<sup>14</sup> se je zaupanje tržnih udeležencev zmanjšalo. Energetska podjetja, kot so Reliant, El Paso, TXU in drugi, so aktivnosti zelo zmanjšala (Nicholls, 2004).

Po bankrotu Enrona so se glavni akterji trga prerazporedili. Lynda Clemmons je s tremi sodelavci ustanovila Element Re, podružnico zavarovalnice XL Capital (Fox, 2002).

### 2.1.4 Razvoj sekundarnega trga

Po odmevnih začetkih trgovanja z vremenom v letu 1997 je borza CME leta 1999 izdala vrsto terminskih pogodb in opcij, ki so temeljile na vremenskih indeksih po ZDA. Prvi posel je bil sklenjen 22. 9. 1999 (Nagarajan & Kiruthika, 2009), vendar promet ni dosegel velikega obsega do leta 2003, ko je CME ponudila obračunske (angl. *clearing*) posle.

### 2.1.5 Razvoj v prihodnosti

V raziskavi, ki jo je za WRMA naredil PricewaterhouseCoopers, je bilo ocenjeno, da je bilo največ prometa z vsemi vremenskimi izvedenimi instrumenti od 1.4.2005 do 31.3.2006, to je za 45 milijard dolarjev, v obdobju 2007/2008 le 32 milijard dolarjev in nazadnje leta 2008/2009 samo še 15 milijard dolarjev. WRMA ocenjuje, da je polovični padec v vrednosti prometa odraz krize na finančnih trgih in da se je varovanje vezano na alternativne vire celo povečalo. (Storm, 2009)

Da se je razvoj na tem področju šele začel, kaže poudarek Obamove<sup>15</sup> administracije na iskanju trajnostnih energetskih rešitev in s tem dodatnim večanjem odvisnosti gospodarstva od vremena. Martin Malinow, direktor Združenja upravljanja vremenskega tveganja (WRMA) in izvršni direktor Galileo Weather Risk Management Advisors<sup>16</sup>, opozarja, da od začetku finančne krize postajajo prijemi za manjšanje tveganja v bilancah (angl. *de-risk a balance sheet*) vedno bolj pomembni (WRMA, 2008).

Večina vremenskih pogodb je še vedno zelo specifičnih in bilateralnih. Posledično se pričakuje, da bo še naprej veliko pogodb sklenjenih na trgu zunaj borze (angl. *OTC*), (Morrison, 2009).

---

<sup>14</sup> Leta 2001 je George Bush postal predsednik Združenih držav Amerike.

<sup>15</sup> Barack Obama je bil leta 2009 izvoljen za predsednika Združenih držav Amerike.

<sup>16</sup> Podjetje se ukvarja s prodajo finančne zaščite pred vremenom.

## 2.2 Predstavitev vremenskih izvedenih instrumentov

**Vremenski izvedeni instrumenti** (angl. *weather derivatives*) so poseben razred finančnih pogodb, ki omogočajo podjetjem in drugim organizacijam varovanje pred nihanji v vremenu. Razlikujem katastrofalne in nekatastrofalne vremenske dogodke. Pred **katastrofalnimi dogodki**, ki se pojavljajo redko z veliko škodo (tornado, nevihte), je najenostavneje kupiti zavarovalno polico (Jewson et al., 2005).

**Nekatastrofalni vremenski dogodki** se delijo na topla in hladna obdobja, deževna in sušna obdobja, vetrna in nevetrna obdobja in tako dalje. Pojavljajo se lahko pogosto in imajo tudi velik učinek na poslovanje pri podjetjih, ki so močno izpostavljena vremenu. Pred nekatastrofalnimi dogodki pa se podjetja težje zavarujejo oz. je zanje klasično zavarovanje predrago; primernejše je varovanje z vremenskimi izvedenimi instrumenti.

Vremenski izvedeni instrument je določen z naslednjimi elementi pogodbe (Jewson et al., 2005):

- **obdobje pogodbe** (glej poglavje 2.2.1),
- **vremenska postaja** (glej poglavje 2.2.2),
- **vremenska spremenljivka** (merjena z vremensko postajo v obdobju pogodbe),
- **indeks** (glej poglavje 2.2.5),
- **finančni učinek** (pretvori indeks v denar ob koncu obdobja pogodbe),
- **premija** (plača se prodajalcu varovanja ob začetku pogodbe).

### 2.2.1 Obdobje vremenske pogodbe

Obdobje merjenja vremenske spremenljivke je pri nestandardiziranem vremenskem terminskem poslu lahko poljubno. Za standardizirane vremenske izvedene instrumente borza CME ponuja različna obdobja:

- **letne pogodbe** imajo začetek 1. 1. in konec 31. 12. nekega leta; uporabljajo se samo za vremenske izvedene instrumente, ki se vežejo na orkane,
- **sezonske pogodbe** (angl. *seasonal strip*) se morajo raztezati skozi najmanj dva zaporedna meseca in največ sedem zaporednih mesecev. Navadno se na CME sklepajo pogodbe čez poletje z začetkom v maju (1. 5.) in koncem v septembru (30. 9.) ter čez zimo z začetkom v novembru (1. 11.) in koncem v marcu (31. 3.). April in oktober nista vključena v sezonske pogodbe,
- **mesečne pogodbe** se nanašajo na mesec, torej od prvega do zadnjega dne meseca,
- **tedenske pogodbe** od ponedeljka do petka so na voljo samo za vreme v ZDA.

### 2.2.2 Merjenje vremena

»Tako kot finančni trgovci uporabljajo ekonomske napovedi ob izdelavi trgovalne strategije, se vremenski trgovci zanašajo na meteorološke napovedi ob izdelavi napovedi temperature,« pravijo Garman et al. (2000). Obvladovanje vremenskih tveganj brez

meteoroloških podatkov bi bilo nemogoče, saj ne bi bilo osnove za dogovor med dvema stranema pogodbe o primerni ceni vremenskega izvedenega instrumenta. Nemogoča bi bila tudi poravnava pogodbe (Clemmons & VanderMarck, 2000).

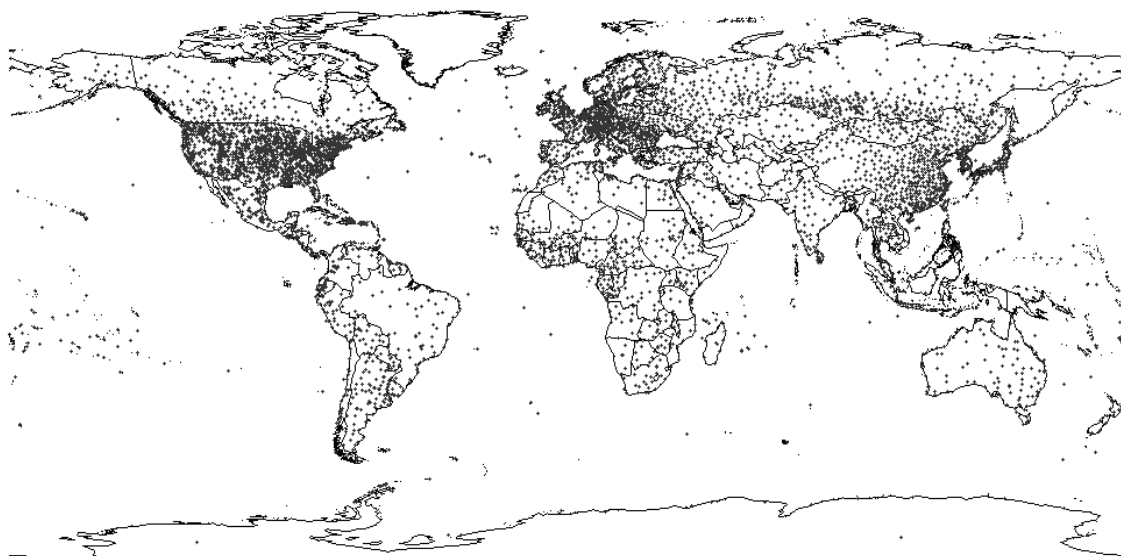
Nekatera merilna mesta so stara tudi po sto let; večina pomembnejših je stara okoli 40 do 50 let in so posledica razvoja po drugi svetovni vojni in razvoja komercialnega letalstva. Pri vseh evropskih mestih, za katera se lahko z vremenskimi izvedenimi instrumenti trguje na borzi CME, imajo merilne postaje dolgo zgodovino in so nameščene na letališčih. To je pomembno za zagotavljanje varnosti in nepristranskosti podatkov (Clemmons & VanderMarck, 2000).

### 2.2.2.1 Viri vremenskih podatkov

Pri **Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO)** mi tudi po daljšem iskanju njihove speltne strani ni uspelo pridobiti vremenskih časovnih serij za Slovenijo. Ker sem potreboval vir vremenskih podatkov tudi za druga evropska mesta, sem se odločil za National Climatic Data Center.

**National Climatic Data Center (NCDC)**, ki je v ZDA del National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), shranjuje in obdeluje vremenske podatke. Dnevno dodajo v svojo bazo prek 50 GB podatkov. Ti podatki se zbirajo prek National Weather Service (drugi del NOAA), Federal Aviation Administration (FAA), prek vojaških postaj, postaj obalne straže in mreže več kot osem tisoč prostovoljnih opazovalcev vremena. Zdaj so najboljše vremenske postaje tiste z avtomatskim spremljanjem vremena, ki so se začele pojavljati šele v 90. letih (Clemmons & VanderMarck, 2000). Na Sliki 3 so s piko označena vsa merilna mesta mreže Globalne meteorološke mreže (angl. *Global Historical Climatology Network*).

*Slika 3: Vremenske postaje mreže Globalne meteorološke mreže*

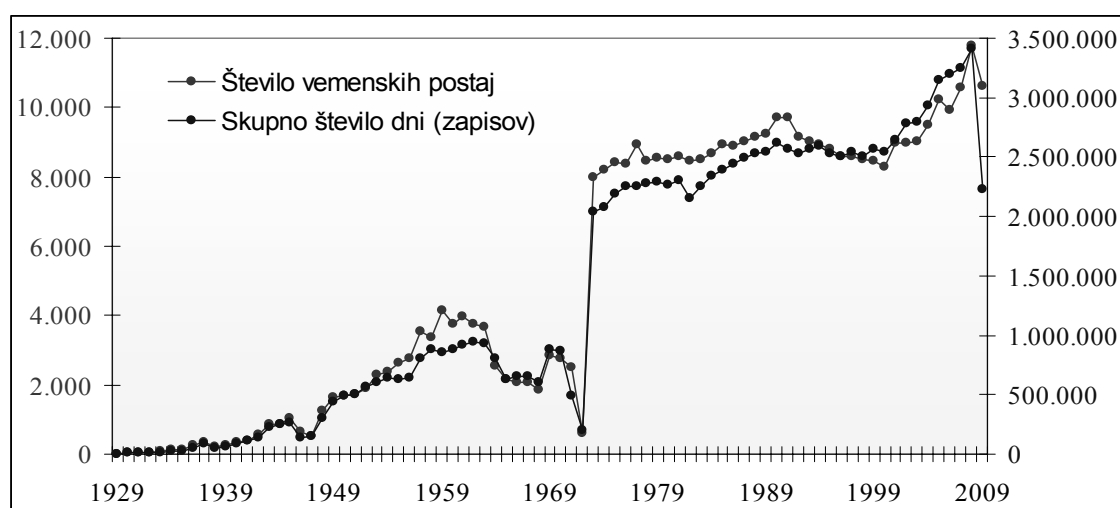


*Vir: Global Historical Climatology Network, 2009.*

Vremenske podatke na nekaterih medmrežnih naslovih v Evropi tudi zaračunavajo. Na nekem internetnem naslovu so za podatke ene vremenske postaje v Sloveniji zahtevali okoli 100 evrov. V ZDA so podatki bolj dostopni. Glede na dejstvo, da nekatere države zaračunavajo visoke tarife za te podatke, Clemmons in VanderMarck (2000) ugotavlja, da je cena podatkov v Evropi največja ovira za hitrejši razvoj trga z vremenskimi instrumenti.

NCDC objavlja podatke na internetu. Za potrebe diplomskega dela sem prenesel in obdelal celotno bazo NCDC z dnevnim povzetkom<sup>17</sup>, to je prek 100 milijonov zapisov. Slika 4 prikazuje stanje baze podatkov, uporabljene v tej diplomski, za vsako leto od 1929 do leta 2009. Vsak zapis na desnem traku predstavlja en dnevni povzetek<sup>18</sup> za neko merilno postajo, število vseh merilnih postaj pa je predstavljeno na levem traku.

*Slika 4: Stanje baze NCDC o številu vremenskih postaj in o številu dnevnih povzetrov na leto*



*Opomba: Leto 2009 vsebuje podatke le do dne 20. 8. 2009.*

*Vir: National Climatic Data Center, 2009.*

Kot je razvidno iz Slike 4, se kontinuiranost podatkov začne leta 1973. Od tega leta se v bazi NCDC začnejo podatki za merilne postaje vseh treh slovenskih letališč (Ljubljana, Maribor in Portorož). Zaradi tega sem se v diplomskem delu odločil uporabiti časovno vrsto od 1. 1. 1973 in izbral prav omenjena mesta.

### **2.2.2.2 Kakovost podatkov**

Problem v zvezi s podatki je njihova kakovost. Tuja literatura navaja sofisticirane in dodelane metode čiščenja podatkov, kot so nelogične vrednosti, izločanje trenda, skoki v podatkih (npr. vidljivost na Sliki 6) itd. Pravilnejši podatki se lahko pridobijo tudi s primerjavo z drugimi, bližnjimi vremenskimi postajami.

<sup>17</sup> Urni podatki so na voljo za 2200 dolarjev na leto.

<sup>18</sup> Dnevni povzetki so pri NCDC zastoj. Vsebujejo dnevno (24 h) maksimalno, minimalno in povprečno temperaturo, skupno količino dežja za tisti dan, vidljivost, veter itd.

Risk Management Solutions in Earth Satellite Corporation sta naredila analizo podatkov z 200 najboljših merilnih postaj v ZDA za zadnjih 50 let in ugotovila (Clemmons & VanderMarck, 2000):

- 13 zapisov v bazi NCDC bi povzročilo nepravilnosti pri obdelavi podatkov,
- več kot 90 odstotkov postaj ima eno do osem napak v zadnjih desetih letih,
- povprečna dnevna napaka je velika 0,8 °F, največja je velika 2,5 °F,
- več kot tretjina napak se zgodi na dneve, ki jih NCDC nima v svojih bazah,
- v večini primerov je vzrok napak vpliv iz okolja vremenske postaje, ki pa ni označen.

O glajenju in popravljanju podatkov je veliko napisano v knjigi Weather Derivative Valuation (Jewson et al., 2005). Obstajajo tudi podjetja, ki se ukvarjajo samo s tem, npr. First Energy Financial. Zaradi obvladovanja obsega diplomskega dela bom predstavil le lastno obdelavo podatkov, to so neznane vrednosti in manjkajoči zapisi.

#### ***Neznane vrednosti***

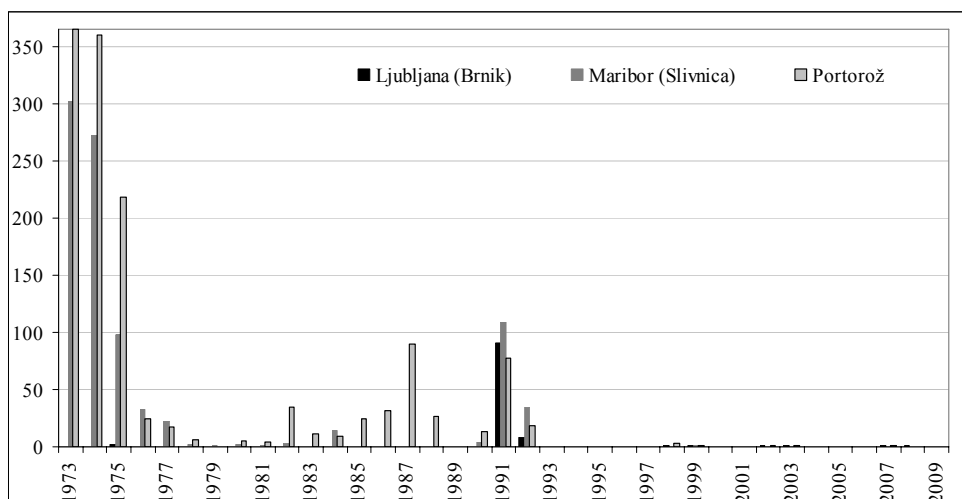
Občasno se pri vseh postajah pojavlja vrednost 999,99. Sklepam, da so neznane vrednosti posledica napačnega zajema vremenske spremenljivke pri merilni postaji. Teh napak ni veliko, le ena do pet napak za posamezno vremensko postajo od leta 1973, pojavljajo pa se predvsem pri posameznih vremenskih spremenljivkah, kot je na primer maksimalna temperatura posameznega dne. Na neznano vrednost nisem naletel pri povprečni dnevni temperaturi. Ker sem ta podatek uporabil v diplomu, mi neznanih vrednosti ni bilo treba reševati.

#### ***Manjkajoči zapisi***

Pri urejanju podatkov so mi največje težave povzročali manjkajoči zapisi za posamezno merilno mesto – za nekatere dni NCDC ni imel niti enega vremenskega podatka. Vzrok je verjetno okvara vremenske postaje ali večja napaka pri pošiljanju podatkov v zbirni center ali napaka zbirnega centra (moja ugibanja). Prvo je mogoče razbrati iz manjkajoče serije dni, drugo iz občasnega primanjkljaja posameznega dneva in tretje iz manjkajočega dneva hkrati za vse vremenske postaje. Teh napak je prek tretjina (25 od 68 manjkajočih dni).

Na Sliki 5 prikazujem manjkajoče dni za opazovano obdobje za tri obravnavana slovenska mesta. Kot je razvidno, manjkajo podatki predvsem na začetku zbiranja podatkov za mesti Maribor in Portorož. Sčasoma je postalo zbiranje zanesljivejše. Naslednje večje pomanjkanje podatkov je iz časa po slovenski osamosvojitvi leta 1991. Tedaj je bil zadnji poročevalski dan 27. 6. 1991, nato so vremenski podatki še za drugo polovico julija, potem občasno sredi septembra, nakar jih do sredine decembra skoraj ni. Anomalija je vidna še v letu 1992.

Slika 5: Število manjkajočih dni po letih za tri slovenska mesta



Vir: National Climatic Data Center, 2009.

### 2.2.2.3 Zapolnitev manjkajočih podatkov

Za potrebe diplomske naloge sem moral pri manjkajočih zapisih zapolniti podatek o povprečni temperaturi. Kadar je manjkal podatek za en sam dan, sem ga izračunal s pomočjo formule (1) kot povprečje povprečne temperature prejšnjega dne in prihodnjega dne.

$$temperatura_t = \frac{temperatura_{t-1} + temperatura_{t+1}}{2} \quad (1)$$

Nekoliko zahtevnejše je bilo polnjenje serije manjkajočih zapisov, dolgih tudi do več mesecev. Za potrebe diplomske naloge sem izračunal povprečje povprečnih temperatur za vse dneve v letu za vsa leta. Izračunane vrednosti sem nato vstavil v vse manjkajoče dni. To je seveda groba poenostavitev, ki ne upošteva hladnejših ali toplejših let. Tuja literatura v ta namen predvideva iskanje in računanje vrednosti na podlagi multiple regresije, vendar to presega namen tega diplomskega dela.

### 2.2.2.4 Vpliv spremenjene tehnologije zbiranja

Opozoril bi na učinke tehnološkega napredka pri merjenju vremena. Avtomatično sprejemanje in oddajanje ima veliko pozitivnih učinkov, kot so večja objektivnost, natančnost, zanesljivost itd. Vendar menjava merilne opreme vpliva na časovno vrsto neke merljive vremenske spremenljivke. Ob menjavi namreč postanejo stari podatki drugačni od novih, kar močno vpliva predvsem na vrednotenje vremenskih izvedenih instrumentov.

Zbiranje in shranjevanje podatkov v preteklosti ni bilo elektronsko. Menjava neke merilne naprave in prehod na elektronsko zbiranje sta razvidna iz podatkov, kot prenehanje obratovanja ene postaje in začetek obratovanja druge na istem mestu. Ob podrobnejšem

pregledu podatkov za vsa tri slovenska mesta od leta 1973 do leta 1996, ko so bile postaje zamenjane, sem opazil veliko število dni z izmerjeno temperaturo na celo število. Takšno zaokroževanje ima lahko velik vpliv na vrednotenje.

### 2.2.3 Merilne postaje, uporabljene v diplomu

Borza CME je v septembru 2009 ponujala trgovanje z vremenom za 45 mest. Od tega jih je 24 v ZDA, 10 v Evropi, 6 v Kanadi, 3 v Avstraliji in 2 na Japonskem (Tabela 2). V Tabeli 3 so prikazana evropska mesta, ki so tudi predmet te diplome (CME, 16. 9. 2009).

*Tabela 2: Mesta, za katera se na borzi CME trguje z vremenom*

| Severna Amerika        |                       | Evropa                    | Azija/Pacifik          |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| (ZDA) Atlanta          | (ZDA) Minneapolis     | (Francija) Pariz          | (Japonska) Tokio       |
| (ZDA) Baltimore        | (ZDA) New York        | (Italija) Rim             | (Japonska) Osaka       |
| (ZDA) Boston           | (ZDA) Philadelphia    | (Nemčija) Berlin          | (Avstralija) Brisbane  |
| (ZDA) Chicago          | (ZDA) Portland        | (Nemčija) Essen           | (Avstralija) Melbourne |
| (ZDA) Cincinnati       | (ZDA) Raleigh Durham  | (Nizozemska) Amsterdam    | (Avstralija) Sydney    |
| (ZDA) Colorado Springs | (ZDA) Sacramento      | (Norveška) Oslo           |                        |
| (ZDA) Dallas           | (ZDA) Salt Lake City  | (Španija) Barcelona       |                        |
| (ZDA) Des Moines       | (ZDA) Tucson          | (Španija) Madrid          |                        |
| (ZDA) Detroit          | (ZDA) Washington, D.C | (Švedska) Stockholm       |                        |
| (ZDA) Houston          | (Kanada) Calgary      | (Velika Britanija) London |                        |
| (ZDA) Jacksonville     | (Kanada) Edmonton     |                           |                        |
| (ZDA) Kansas City      | (Kanada) Montreal     |                           |                        |
| (ZDA) Las Vegas        | (Kanada) Toronto      |                           |                        |
| (ZDA) Little Rock      | (Kanada) Vancouver    |                           |                        |
| (ZDA) Los Angeles      | (Kanada) Winnipeg     |                           |                        |

*Vir: Weather products [borze CME, 2009.*

*Tabela 3: Evropska mesta, za katera se na borzi CME trguje z vremenom*

| Država           | Mesto     | Kraj merjenja                | WMO   |
|------------------|-----------|------------------------------|-------|
| Francija         | Pariz     | Pariz-Orly                   | 7149  |
| Italija          | Rome      | Ciampino                     | 16239 |
| Nemčija*         | Berlin    | Berlin-Tempelhof             | 10384 |
| Nemčija*         | Essen     | Essen                        | 10410 |
| Nizozemska       | Amsterdam | Amsterdam-Schiphol           | 6240  |
| Norveška*        | Oslo      | Oslo-Blindern                | 1492  |
| Španija          | Barcelona | Prat De Llobregat Aeropuerto | 8181  |
| Španija          | Madrid    | Barajas Aeropuerto           | 8221  |
| Švedska          | Stockholm | Stockholm-Otorietbser        | 2485  |
| Velika Britanija | London    | London-Heathrow              | 3772  |

*Opomba: \*Podatki na NCDC so bili pomanjkljivi, zato teh mest v analizo nisem vključil.*

*Vir: Weather products [borze CME], 2009.*

V Tabeli 4 so navedena merilna mesta za tri slovenska mesta, ki jih obravnavam v tem diplomskem delu.

Tabela 4: Slovenska mesta in njihove vremenske postaje

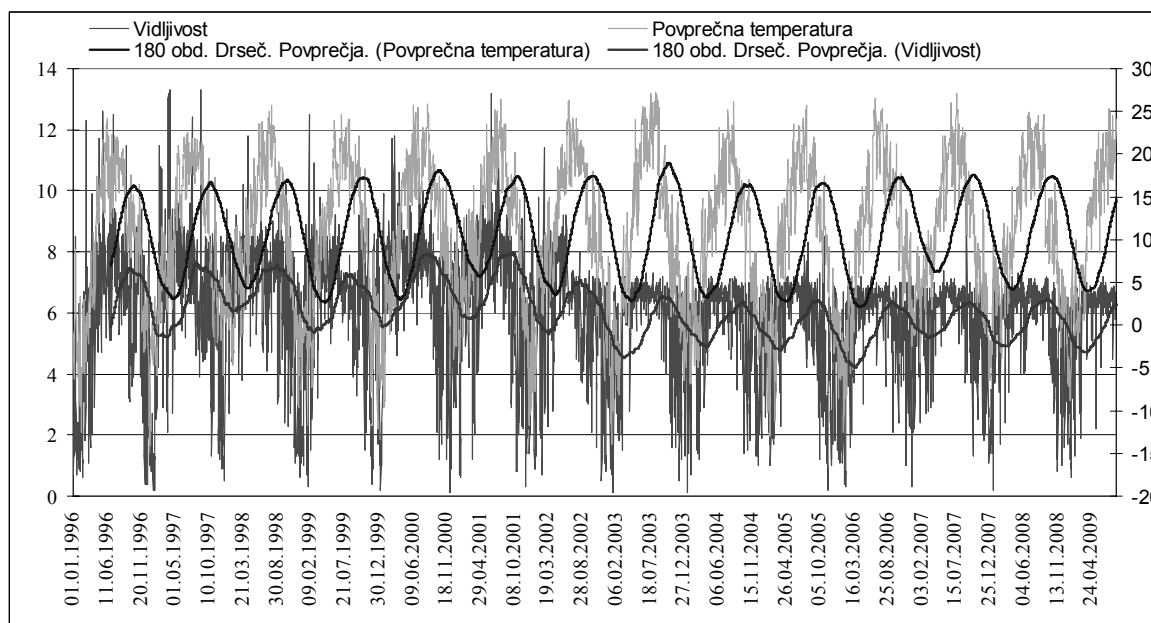
| Država    | Mesto     | Kraj merjenja        | WMO              |
|-----------|-----------|----------------------|------------------|
| Slovenija | Ljubljana | Brnik                | 130140<br>140140 |
| Slovenija | Maribor   | Slivnica             | 130260<br>140260 |
| Slovenija | Portorož  | portoroško letališče | 131050<br>141050 |

Vir: National Climatic Data Center, 2009.

## 2.2.4 Povezanost vremenskih spremenljivk

Na Sliki 6 prikazujem vremenski spremenljivki povprečna temperatura (npr. pomembna za kmete) in vidljivost (npr. pomembna za sončne elektrarne). Zaradi razdrobljenosti dnevnih podatkov in s tem slabo vidnega cikličnega obnašanja obeh spremenljivk sem dodal polletne (180 dni) drseče sredine. Za interval sem uporabil zadnjo časovno vrsto od dne, ko je bila vremenska postaja v Mariboru pred trinajstimi leti zamenjana.

Slika 6: Dnevna vidljivost (levo) in povprečna temperatura (desno) za Maribor



Vir: National Climatic Data Center, 2009.

Iz Slike 6 je razvidno, da med tema dvema vremenskima spremenljivkama obstaja povezava. Čeprav je merilna postaja sodobna, je lepo viden skok v vrednosti podatkov za vidljivost v letu 2002. Vzroka ne poznam, toda takšen skok bi bilo treba raziskati in po potrebi prilagoditi podatke za analizo, saj lahko kažejo na spremembo v okolju, ki vpliva tudi na druge vremenske spremenljivke.

## 2.2.5 Vremenski indeksi

Za ugotovitev finančnega učinka vremenskega izvedenega instrumenta je uporabljen vremenski indeks, na katerega se instrument veže. Za borzo CME jih dnevno izračunava podjetje Earth Satellite Corporation v skladu z določbami posamezne pogodbe, na primer, kot je v Tabeli 5 predstavljen točno določen čas ugotavljanja dnevne minimalne in maksimalne temperature.

Tabela 5: Čas merjenja minimalne in maksimalne temperature za evropska mesta

| Mesto     | Čas merjenja od/do za: Tmin in Tmax |         |          |         |
|-----------|-------------------------------------|---------|----------|---------|
| Amsterdam | od 00:00                            | UTC T   | do 23:59 | UTC T   |
| Barcelona | od 00:00                            | UTC T   | do 23:59 | UTC T   |
| London    | od 09:00                            | UTC T   | do 08:59 | UTC T+1 |
| Madrid    | od 00:00                            | UTC T   | do 23:59 | UTC T   |
| Pariz     | od 06:00                            | UTC T   | do 05:59 | UTC T+1 |
| Rim       | od 00:00                            | UTC T   | do 23:59 | UTC T   |
| Stockholm | od 18:00                            | UTC T-1 | do 17:59 | UTC T   |

Opomba: UTC – univerzalni svetovni čas, T – tekoči dan.

Vir: Weather products [borze CME], 2009.

Analiza WRMA (2008) kaže, da so vremenski izvedeni instrumenti, ki se vežejo na indeks HDD v letih 2006 in 2007, zavzemali prek 60 odstotkov vsega prometa, sklenjenega z vremenskimi izvedenimi instrumenti. Na indeks CDD se je vezalo okoli 30 odstotkov prometa, na preostale temperaturne indekse skoraj 10 odstotkov. Le okoli odstotek prometa je bil vezan na druge indekse. Zato v nadaljevanju opisujem le indekse, vezane na temperaturo.

### 2.2.5.1 Dnevi ogrevanja

**Dnevi ogrevanja** (angl. *heating degree days – HDD*) je eden izmed treh najpogostejše uporabljenih indeksov za pretvorbo vremenske spremenljivke v denarno vrednost. Izvira iz energetskega sektorja (Jewson et al., 2005) in se pozimi uporablja za merjenje povpraševanja po ogrevanju – hladneje ko je, več je ogrevanja in višji je HDD. Borza CME izračuna HDD po formuli (2), kjer sešteje vse dnevne stopinje temperature **nad** osnovno temperaturo ( $T_0$ ), ki je v Evropi 18 °C in v ZDA 65 °F<sup>19</sup>:

$$HDD = \sum_{i=1}^{Nd} \max(T_o - T_i, 0)^+ \quad (2)$$

kjer je:

- $i$  dan v obdobju pogodbe,
- $Nd$  število dni v obdobju pogodbe,
- $T_i$  povprečna temperatura v dnevu, izračunana iz dnevnega maksimuma in minimuma,
- $T_0$  osnovna temperatura (18 °C in v ZDA 65 °F).

<sup>19</sup> Pretvorba med stopinjami Fahrenheita in Celzija je precej pogosta, saj se v Aziji in Evropi uporabljajo stopinje Celzija, v Ameriki pa Fahrenheit. Formula za pretvorbo je:  $C = (F - 32)/1,8$ .

Z že opisano rešitvijo iskanja manjkajočih podatkov sem napolnil časovno vrsto od dne 1. 1. 1973 do 20. 8. 2009. Ker se podatki nanašajo na cele mesece, sem uporabil podatke le do 31. 7. 2009. Za to obdobje sem izračunal povprečni HDD po mesecih za izbrana mesta.

Tabela 6: Povprečni mesečni indeks HDD za obravnavana mesta za izbrana leta<sup>20</sup>

| Mesec | Ljubljana (Brnik) | Maribor (Slivnica) | Portorož | Amsterdam | Barcelona | London | Madrid | Pariz  | Rim    | New York (ZDA) | Tokio  |
|-------|-------------------|--------------------|----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|
| 1     | 603,54            | 584,39             | 405,64   | 451,70    | 289,81    | 393,37 | 398,49 | 435,57 | 336,25 | 541,96         | 376,43 |
| 2     | 504,65            | 479,21             | 355,28   | 410,12    | 237,13    | 359,22 | 317,29 | 381,15 | 286,65 | 465,84         | 328,01 |
| 3     | 423,92            | 389,30             | 289,49   | 372,60    | 203,54    | 334,04 | 250,97 | 327,34 | 241,68 | 388,45         | 272,80 |
| 4     | 280,38            | 242,54             | 173,96   | 277,20    | 142,41    | 259,80 | 181,53 | 237,04 | 156,71 | 211,79         | 106,60 |
| 5     | 130,90            | 101,50             | 48,43    | 166,09    | 53,97     | 161,25 | 82,85  | 127,03 | 42,70  | 74,43          | 23,33  |
| 6     | 52,65             | 35,85              | 6,88     | 91,11     | 4,06      | 73,28  | 11,19  | 53,00  | 3,28   | 7,44           | 2,55   |
| 7     | 20,77             | 12,57              | 0,26     | 46,14     | 0,03      | 30,30  | 0,46   | 19,93  | 0,01   | 0,16           | 0,19   |
| 8     | 28,45             | 20,02              | 0,84     | 42,50     | 0,04      | 31,57  | 0,29   | 18,83  | 0,07   | 0,46           | 0,00   |
| 9     | 113,17            | 93,34              | 19,61    | 102,90    | 2,70      | 88,19  | 15,50  | 77,90  | 6,37   | 15,96          | 1,09   |
| 10    | 264,79            | 234,52             | 100,54   | 219,84    | 48,83     | 198,76 | 120,77 | 196,48 | 64,08  | 125,10         | 28,57  |
| 11    | 433,15            | 407,67             | 246,52   | 331,17    | 173,78    | 302,01 | 275,52 | 329,46 | 198,54 | 269,24         | 147,26 |
| 12    | 578,66            | 550,47             | 361,44   | 425,12    | 265,37    | 374,94 | 377,81 | 412,85 | 303,47 | 451,62         | 296,73 |

Vir: National Climatic Data Center, 2009.

### 2.2.5.2 Dnevi hlajenja

Tudi indeks **dnevi hlajenja** (angl. *cooling degree days* – CDD) izhaja iz energetike. CDD se uporablja poleti za merjenje energije, porabljene za hlajenje – bolj kot je vroče, večja je potreba po hlajenju, višji je CDD. Pozimi se lahko ogrevamo s plinom, kurilnim oljem, drvmi, elektriko, poleti pa se praviloma lahko hladimo le s klimatskimi napravami na elektriko. CDD se izračuna po formuli (3), kjer sešteje vse dnevne stopinje temperature **pod** osnovno temperaturo ( $T_0$ )::

$$HDD = \sum_{i=1}^{Nd} \max(T_i - T_0, 0)^+ \quad (3)$$

kjer je:

- $i$  dan v obdobju pogodbe,
- $Nd$  število dni v obdobju pogodbe,
- $T_i$  povprečna temperatura v dnevno, izračunana iz dnevnega maksimuma in minimuma,
- $T_0$  osnovna temperatura

<sup>20</sup> S HDD-pogodbami se trguje le pozimi. Meseci, v katerih se z instrumenti vezanimi na HDD ne trguje, so v sivi barvi.

Tabela 7: Povprečni mesečni indeks CDD za obravnavana mesta za izbrana leta

| Mesec | Ljubljana (Brnik) | Maribor (Slivnica) | Portorož | Amsterdam | Barcelona | London | Madrid | Pariz | Rim    | New York (ZDA) | Tokio  |
|-------|-------------------|--------------------|----------|-----------|-----------|--------|--------|-------|--------|----------------|--------|
| 1     | 0,00              | 0,00               | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00   | 0,00   | 0,00  | 0,00   | 0,00           | 0,00   |
| 2     | 0,00              | 0,00               | 0,00     | 0,00      | 0,04      | 0,00   | 0,00   | 0,00  | 0,00   | 0,00           | 0,00   |
| 3     | 0,00              | 0,00               | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00   | 0,01   | 0,00  | 0,34   | 0,46           | 0,06   |
| 4     | 0,00              | 0,08               | 0,15     | 0,22      | 0,06      | 0,00   | 1,03   | 0,63  | 0,30   | 4,90           | 6,90   |
| 5     | 4,09              | 11,41              | 21,53    | 4,68      | 11,98     | 2,70   | 21,88  | 8,84  | 26,84  | 31,67          | 50,85  |
| 6     | 28,71             | 45,06              | 89,98    | 12,51     | 81,90     | 14,64  | 117,39 | 33,77 | 110,71 | 124,18         | 125,61 |
| 7     | 56,42             | 77,97              | 161,35   | 26,13     | 172,03    | 36,23  | 221,24 | 67,64 | 200,03 | 213,75         | 238,16 |
| 8     | 47,58             | 60,76              | 152,98   | 23,01     | 183,43    | 30,89  | 205,16 | 60,75 | 198,63 | 196,87         | 283,81 |
| 9     | 3,69              | 8,79               | 47,66    | 2,99      | 100,91    | 4,33   | 83,83  | 11,74 | 84,56  | 88,96          | 171,04 |
| 10    | 0,03              | 0,35               | 5,84     | 0,04      | 19,97     | 0,16   | 4,58   | 0,70  | 15,34  | 12,33          | 38,32  |
| 11    | 0,00              | 0,00               | 0,14     | 0,00      | 0,22      | 0,00   | 0,02   | 0,00  | 0,66   | 0,65           | 1,61   |
| 12    | 0,00              | 0,00               | 0,00     | 0,00      | 0,02      | 0,00   | 0,00   | 0,00  | 0,00   | 0,01           | 0,04   |

Vir: National Climatic Data Center, 2009.

Kot je razvidno iz zadnjih dveh tabel, je indeks HDD za Evropo precej višji od indeksa CDD. To je posledica dejstva, da je število dni s povprečno temperaturo nad 18 °C celo v poletnih mesecih precej nizko. Za Evropo in tudi druga območja se vedno aktivneje trguje z vremenskimi instrumenti, vezanimi na indeks CAT.

### 2.2.5.3 Skupna povprečna temperatura

**Skupna povprečna temperatura** (angl. *cumulative average temperatures – CAT*) je seštevek dnevni povprečnih temperatur od prvega do zadnjega dne koledarskega meseca, na katerega se pogodba nanaša. CAT se izračuna po formuli (4) kot seštevek vseh povprečnih temperatur v nekem obdobju.:

$$CAT = \sum_{i=1}^{N_d} T_i \quad (4)$$

kjer je:

- $i$  dan v obdobju pogodbe,
- $N_d$  število dni v obdobju pogodbe,
- $T_i$  povprečna temperatura v dnevno, izračunana iz dnevnega maksimuma in minimuma.

Za borzo CME je povprečna dnevna temperatura ( $T_i$ ) opredeljena kot aritmetična sredina med maksimalno ( $T_{\max}$ ) in minimalno dnevno temperaturo ( $T_{\min}$ ), merjeno na določeni lokaciji v obdobju 23 ur in 59 minut.

Na primer: indeks CAT v juliju za London 597 pomeni, da bo povprečna dnevna temperatura v tem mesecu 19,3 °C. Če bi bil en sam dan v Londonu toplejši za 1 °C (tako  $T_{\max}$  in  $T_{\min}$ ), bi se indeks povečal na 598.

Tabela 8: Povprečni mesečni indeks CAT za obravnavana mesta za izbrana leta

| Mesec | Ljubljana (Brnik) | Maribor (Slivnica) | Portorož | Amsterdam | Barcelona | London | Madrid | Pariz  | Rim    | New York (ZDA) | Tokio  |
|-------|-------------------|--------------------|----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|
| 1     | -45,54            | -26,39             | 152,36   | 106,30    | 268,19    | 164,63 | 159,51 | 122,43 | 221,75 | 16,04          | 181,57 |
| 2     | 3,73              | 29,16              | 153,09   | 98,26     | 271,29    | 149,16 | 191,08 | 127,23 | 221,73 | 42,54          | 180,37 |
| 3     | 134,08            | 168,70             | 268,51   | 185,40    | 354,46    | 223,96 | 307,04 | 230,66 | 316,67 | 170,01         | 285,26 |
| 4     | 259,62            | 297,54             | 366,18   | 263,02    | 397,65    | 280,20 | 359,50 | 303,58 | 383,59 | 333,11         | 440,30 |
| 5     | 431,19            | 467,91             | 531,10   | 396,59    | 516,01    | 399,45 | 497,03 | 439,81 | 542,14 | 515,24         | 585,51 |
| 6     | 516,05            | 549,21             | 623,10   | 461,40    | 617,85    | 481,36 | 646,20 | 520,77 | 647,43 | 656,74         | 663,06 |
| 7     | 593,65            | 623,41             | 719,09   | 537,99    | 729,99    | 563,92 | 778,78 | 605,70 | 758,02 | 771,59         | 795,97 |
| 8     | 576,63            | 598,24             | 709,64   | 538,01    | 740,89    | 556,82 | 762,37 | 599,42 | 756,06 | 753,92         | 841,31 |
| 9     | 430,52            | 455,45             | 568,05   | 440,09    | 638,21    | 456,14 | 608,33 | 473,85 | 618,20 | 613,00         | 709,95 |
| 10    | 293,24            | 323,83             | 463,29   | 338,19    | 529,14    | 359,40 | 441,81 | 362,22 | 509,27 | 445,23         | 567,75 |
| 11    | 106,85            | 132,33             | 293,62   | 208,83    | 366,44    | 237,99 | 264,50 | 210,54 | 342,12 | 271,42         | 394,36 |
| 12    | -20,66            | 7,53               | 196,56   | 132,88    | 292,66    | 183,06 | 180,19 | 145,15 | 254,53 | 106,39         | 261,31 |

Vir: National Climatic Data Center, 2009.

Indeks CAT se v Evropi uporablja predvsem poleti namesto indeksa CDD, ki je bolj uveljavljen v ZDA. Opozoril bi, da se indeks CAT ne da izračunati iz seštevka indeksov HDD in CDD.

#### 2.2.5.4 Dnevi rasti

Indeks **dnevi rasti** (angl. *growing degree days* – *GDD*) je namenjen kmetijstvu in določanju stopnje zrelosti nekega pridelka. Logika v ozadju je, da vsak pridelek potrebuje določeno število GDD, da dozori, ne glede na to, koliko dni potrebuje za to (Travis, 2007).

Obstaja precej različnih metodologij izračuna, saj je indeks odvisen od vrste pridelka. Travis (2007) navaja osnovno temperaturo ( $T_0$ ) za izračun GDD koruze, to je 50 °F (10 °C). Ponekod vključujejo v pogodbe tudi zgornjo mejo temperature. Na primer, Garman et al. (2000) navajajo območje računanja indeksa GDD med 55 in 75 °F. Problematičnost standardizacije teh pogodb je največji razlog, da sekundarni trg s tovrstnimi vremenskimi instrumenti še ne obstaja.

## 2.3 Obseg prometa z vremenskimi finančnimi instrumenti

V Tabeli 9 prikazujem statistiko poslov z vremenskimi izvedenimi instrumenti na borzi CME od leta 2004 do leta 2008. Omenjena tabela prikaže sestavo Tabele 1, v vrstici Vreme. Za nazornejšo predstavitev sem instrumente razdelil na temperaturne in druge.

Varovanja pred neugodnimi temperaturami sem delil na tista, ki jim vrednost raste z nižanjem temperature in se navadno uporabljajo za zaščito pred hladnejšim vremenom od pričakovanega (terminska pogodba na HDD<sup>21</sup>, nakupna opcija na HDD, prodajna opcija na CDD in CAT), in tista, ki so za zaščito pred toplejšim vremenom od pričakovanega (terminska pogodba na CDD in CAT, nakupna opcija na CDD in CAT, prodajna opcija na HDD). Logika v ozadju zavarovanja pred vročino je, da neugodno visoke temperature povzročijo dvig vrednosti vremenskega izvedenega instrumenta. S tem se kompenzira naraščajoča izguba podjetja zaradi rasti temperature.

Tabela 9: Promet na borzi CME s standardiziranimi vremenskimi izvedenimi instrumenti

| Regija        | Varovanje    | Pogodba | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    |   |
|---------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| Azija         | pred hladom  | opcije  |         | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
|               | pred vročino | futures | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
|               |              | opcije  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
| Vsota Azija   |              |         | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
| Evropa        | pred hladom  | futures | 2.265   | 8.102   | 4.660   | 5.375   | 7.425   |   |
|               |              | opcije  | 4.250   | 21.450  | 7.175   | 6.200   | 1.500   |   |
|               | pred vročino | futures | 635     | 3.882   | 950     | 1.450   | 350     |   |
|               |              | opcije  | 9.600   | 18.425  | 5.375   | 8.000   | 16.700  |   |
|               | drugo        | futures | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
|               |              | opcije  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
| Vsota Evropa  |              |         | 16.750  | 51.859  | 18.160  | 21.025  | 25.975  |   |
| Kanada        | pred hladom  | opcije  |         |         |         |         | 0       | 0 |
|               | pred vročino | futures |         |         |         |         | 0       | 0 |
|               |              | opcije  |         |         |         |         | 0       | 0 |
| Vsota Kanada  |              |         |         |         |         |         | 0       | 0 |
| Pacifik       | pred vročino | futures |         |         |         |         | 0       |   |
|               |              | opcije  |         |         |         |         | 8.600   |   |
| Vsota Pacifik |              |         |         |         |         |         | 8.600   |   |
| ZDA           | pred hladom  | futures | 18.484  | 82.966  | 132.313 | 148.052 | 124.879 |   |
|               |              | opcije  | 30.301  | 231.799 | 288.551 | 328.041 | 195.150 |   |
|               | pred vročino | futures | 26.181  | 116.725 | 73.708  | 121.349 | 121.439 |   |
|               |              | opcije  | 29.226  | 215.850 | 284.776 | 308.994 | 265.950 |   |
|               | drugo        | futures |         | 0       | 0       | 0       | 0       |   |
|               |              | opcije  |         | 0       | 0       | 0       | 32.600  |   |
| Vsota ZDA     |              |         | 104.192 | 647.340 | 779.348 | 906.436 | 740.018 |   |
| Skupaj        |              |         | 120.942 | 699.199 | 797.508 | 927.461 | 774.593 |   |

Vir: Weather products [borze CME], 2009.

<sup>21</sup> Vremenski izvedeni instrument pridobiva vrednost, kadar je vreme hladnejše od pričakovanega in se pogodba veže na indeks HDD ali če je vreme toplejše in se pogodba veže na CDD ali CAT.

Pod »drugo« sem v Tabeli 9 vključil vsa druga nevremenska zavarovanja, to je pred dežjem, snegom, orkani in podobno. V nekaterih poljih tabele so navedene vrednosti '0', saj ni bilo sklenjenega nobenega posla, čeprav je borza CME ponujala možnost trgovanja, kot je promet z vremenom v Aziji. In kjer je v tabeli prazna vrednost (nič), tam te možnosti CME niti ni omogočala. Primer je varovanje pred vročino za pacifiško regijo, kjer je borza CME ponudila trgovanje v letu 2008.

## 2.4 Tveganja vremenskih izvedenih instrumentov

Ker so posamezne vrste izvedenih finančnih instrumentov osnova za vremenske izvedene instrumente, nosijo vremenski izvedeni instrumenti nujno tudi vsa tveganja, povezana s posamezno vrsto izvedenih finančnih instrumentov. Na to področje se ne bom spuščal.

Uporaba vremenskih izvedenih instrumentov ima dodatne slabosti. Največja problema sta tveganje osnove in likvidnost, ki ju obravnavam v nadaljevanju.

### 2.4.1 Tveganje osnove

Jones (2007) pravi: »Tveganje osnove na trgu z vremenom je veliko, saj je lahko vreme v dveh bližnjih krajih povsem drugačno. Toda tveganje osnove nikakor ne more biti višje od tveganja, če se pred vremenom sploh ne varujemo.«

Finančni učinek vremenskega izvedenega instrumenta je odvisen od izračunanega vremenskega indeksa in ne od dejanske izgube zaradi vremena, zato je malo verjetno, da bo pozitivni finančni učinek vremenskega derivata popolnoma enak izgubi. Možnost tovrstne razlike se imenuje **tveganje osnove** (angl. *basis risk*). V osnovi je tveganje osnove majhno, ko je izguba visoko povezana z vremenom in ko je pogodba na vreme optimalne velikosti in sestave ter se nanaša na optimalno lokacijo merjenja vremena (Jewson et al., 2005).

Tveganje osnove je mnogokrat navedeno kot glavni problem pri varovanju pred vremenom z vremenskimi izvedenimi instrumenti. Woodard in Garcia (2007) sta v raziskavi razdelila tveganje osnove na tri dele:

- **lokalno tveganje osnove:** kljub ujemanju finančnega učinka vremenskega instrumenta z dejanskim lokalnim vremenom ta učinek morda ne bo varoval podjetja zaradi neujemanja vremena z naravo posla podjetja,
- **geografsko tveganje osnove:** je dodatno tveganje k lokalnemu, ki ga povzroči nakup nelokalnega vremenskega izvedenega instrumenta,
- **produktno tveganje osnove:** se nanaša na razliko med učinki varovanja z različnimi varovalnimi instrumenti. Primer je uporaba temperaturne pogodbe namesto pogodbe, vezane na padavine.

Z raziskavo sta Woodard in Garcia (2007) ugotovila, da je geografsko tveganje osnove lahko celo negativno. Pravita, da je pomembnejša povezava med naravo posla in vremenskim izvedenim instrumentom vezanim na merilno postajo, ki ni v istem kraju, kot je podjetje. V študiji z rečnimi terminali Manfredo in Sanders (2006) nakažeta, da na poslovanje podjetja ne vpliva samo lokalno vreme.

Tovrstno razmišljanje je uporabno predvsem za pozavarovalnice in špekulante s potrebo po porazdelitvi tveganja na večje geografsko območje. Hay in Wolff (2008) sta se v Avstraliji lotila raziskave z razmičnostnimi statističnimi metodami (angl. *spatial statistical methods*), ki omogočajo ocenitev osnovnega tveganja na primer tudi kmetu, ki je iz zelo oddaljenih delov Avstralije, s pomočjo mreže merilnih postaj.

Vedenov in Barnett (2004) v raziskavi ugotavljata, da optimalna zaščita pred neugodnim vremenom zahteva kombinacijo več vremenskih spremenljivk in da optimalna struktura vremenskih instrumentov za isti pridelek med regijami niha.

#### 2.4.2 Likvidnostno tveganje

Trg z vremenskimi izvedenimi instrumenti se še razvija in zato likvidnost v vseh krajih še ni optimalna ali pa je sploh ni. V nasprotju z ZDA se v Evropi z vremenskimi izvedenimi instrumenti trguje malo, v Aziji pa sploh ne (Tabela 9). V Evropi so razlike tudi med kraji. Med pisanjem te diplomske naloge za Rim nisem opazil nobenega posla, za London pa jih je bilo kar nekaj.

Odločitev za varovanje pred vremenom je pogosto povezana s kompenzacijo med tveganjem osnove in ceno varovanja pred neugodnim vremenom. Na ceno, ki jo plača varovalec, vplivata tako premija špekulanta kot sama likvidnost instrumenta. Podjetja imajo možnost, da dobijo (Jewson et al., 2005):

- **dobro ceno za varovanje**, toda vremenski izvedeni instrument njihovega poslovanja ne bo varoval dobro (poceni varovanje, a visoko tveganje osnove), ali
- **dobro zavarujejo poslovanje** in plačajo visoko ceno (drago varovanje, a nizko tveganje osnove).

### 2.5 Uporaba vremenskega varovanja

V diplomu ne obravnavam klasičnega zavarovanja (angl. *pluvius contracts*) pred ekstremnimi in manj verjetnimi vremenskimi neprilikami, ki ga ponujajo zavarovalnice. Značilnost trga z vremenskimi izvedenimi instrumenti je v zavarovanju pred neobičajnimi pojavi v nekem časovnem obdobju, kot je mila zima ali dolgo vroče podjetje.

### 2.5.1 Izpostavljenost vremenu

Borza CME v publikaciji iz januarja 2009 navaja podatke Commerce Departmenta, da je več kot tretjina gospodarstva Združenih držav Amerike izpostavljena vremenu in vremenskim razmeram. Drugi viri navajajo, da je takih podjetij 70 odstotkov, v US Department of Commerce pa so optimistični – pravijo, da je vremensko občutljiv le en trilijon od devetih trilijonov dolarjev bruto družbenega produkta ZDA (Nicholls, 2004).

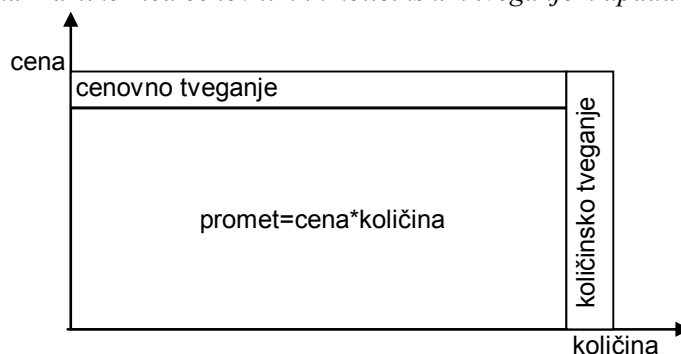
Najnovejše poročilo CME in Storm Exchange (CME, 2009) kaže, da le okoli 10 odstotkov podjetij uporablja izvedene finančne instrumente za obvladovanje vremenskega tveganja, čeprav večina podjetij navaja vreme kot pglavitni dejavnik donosnosti. Raziskava je tudi pokazala, da 51 odstotkov podjetij, zajetih v analizo, ni dovolj pripravljenih na vsakodnevno vremensko tveganje. Skoraj polovica energetskih in kmetijskih podjetij misli, da je vreme postalo bolj nestanovitno. Zanimivo je, da je 86 odstotkov vprašanih podjetij, ki so že uporabila vremensko varovanje, zadovoljnih z njimi in 72 odstotkov vprašanih jih namerava uporabljati vsaj še naslednja tri leta.

Globalno segrevanje lahko še poveča odvisnost od vremena, saj se z višanjem temperatur večajo možnosti nenormalnih vremenskih pojavov. Tako najnovejši podatki US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) kažejo manjšanje količine padavin, višje temperature pa so v ZDA še bolj nenormalne (CME, 2009).

### 2.5.2 Varovanje pred upadom prometa

Največja prednost vremenskih izvedenih instrumentov je zmožnost varovanja pred **tveganjem količinskega upada prometa** (angl. *volumetric risk*), kar je pomembna razlika od varovanja pred tveganjem upada prometa na račun padca cene (Slika 7), (Müller, 2000).

Slika 7: Prikaz razlike med cenovnim in količinskim tveganjem upada prometa



Vir: Müller, A., & Grandi, A., *Weather derivatives for protection against weather risks*, 2000, str. 7.

Z vremenskimi izvedenimi instrumenti lahko podjetje, ki je zelo odvisno od vremenskih razmer, močno zmanjša nihanje dobička med leti. Zaradi stabilnejšega poslovanja lahko podjetja med drugim (Jewson et al., 2005) dosegajo nižjo posojilno obrestno mero, stabilnejše je gibanje cene delnic, te so navadno vrednotene višje in nižja je možnost stečaja.

### 2.5.3 Končni uporabniki trga z vremenskimi izvedenimi instrumenti

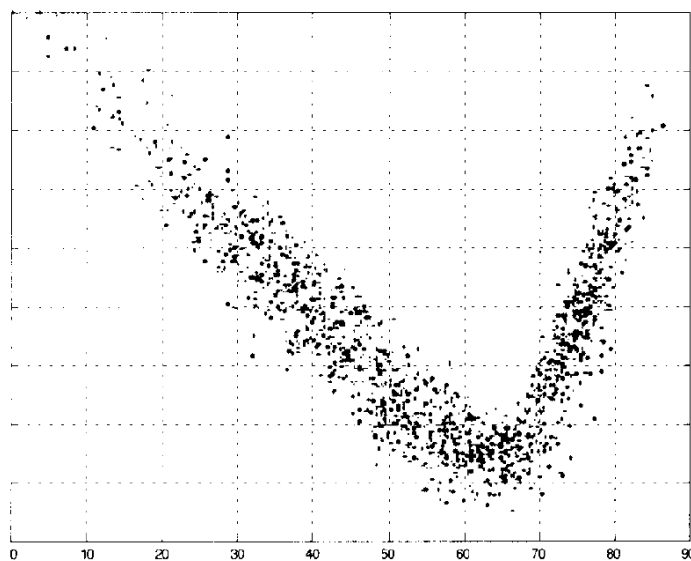
Glavne udeležence trga z vremenskimi instrumenti Garman et al. (2000) razdelijo na vzdrževalce trga (angl. *market makers*), posrednike (angl. *brokers*), zavarovalnice in pozavarovalnice ter končne uporabnike. V naslednjih točkah želim predstaviti sektorje končnih uporabnikov, ki so bolj izpostavljeni vremenu kot drugi in ki po raziskavi WRMA (2008) veljajo za najprometnejše. To so sektorji: energetika, kmetijstvo in prodajalne.

#### 2.5.3.1 Energetika

Po raziskavah WRMA (2008) je zaščita pred vremenom najpogostejša v energetskega sektorju. Ta sektor zavzema prek polovico poslov z vremenskimi instrumenti, čeprav te uporablja le okoli 35 odstotkov energetskih podjetij (Myers, 2008).

Primer je toplejša zima od pričakovane, ki povzroči manjšo porabo kurilnega olja, ali hladnejše poletje, ki povzroči večjo porabo elektrike. Podjetje se posledično sreča s tveganjem količinskega upada ali porasta povpraševanja, cena prodajanih energentov pa se morebiti niti ne spremeni. Slika 8 predstavi povezanost med obremenjenostjo omrežja in zunanje temperature (v Fahrenheitih) za neko elektrodistribucijsko podjetje.

*Slika 8: Povezanost povprečne dnevne temperature (v F) s povprečno dnevno obremenitvijo (y-os) nekega elektrodistribucijskega podjetja na zahodu ZDA*



*Vir: Ellithorpe, D., & Putnam, S., Weather Derivatives and Their Implications for Power Markets. The Journal of Risk Finance, 2000, str. 27.*

Iz Slike 8 je razvidno, da podjetje proda najmanj elektrike, ko je zunanja temperatura okoli 65 °F (18 °C). Če se temperatura povečuje proti 80 °F (27 °C), obremenjenost omrežja in s tem poraba elektrike močno naraščata zaradi obratovanja klimatskih naprav za hlajenje. Te nujno potrebujejo elektriko. Nekoliko drugače je pri nižjih temperaturah, saj obstajajo

substituti za ogrevanje na elektriko. Porazdelitev obremenjenosti omrežja tega podjetja e zato pri nižjih temperaturah bolj razpršena in ni tako strma, kot je pri višjih temperaturah.

Slika 8 intuitivno ponudi odgovor na vprašanje, zakaj sta HDD in CDD postavljena pri 65 °F (18 °C), in tudi, zakaj izvirata iz energetike in sta v te namene največ uporabljena.

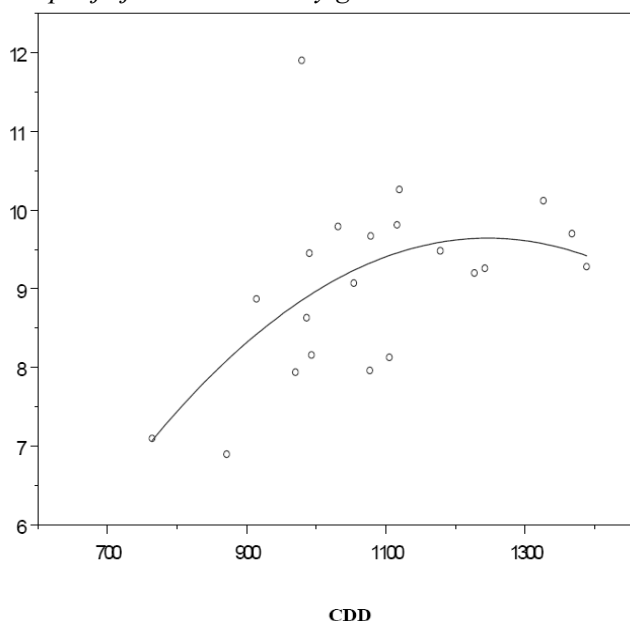
### 2.5.3.2 Kmetijstvo

Kmetijstvo je tradicionalno najbolj izpostavljeno neugodnemu vremenu. Kljub temu varovanje z vremenskimi izvedenimi instrumenti te panoge še ni preseglo tistega, ki je povezano z energetiko. Razlog je v pomanjkanju analiz, kako vreme dejansko vpliva na pridelek oz. kakšne so morebitne izgube prihodkov, če je povprečna temperatura za stopinjo previsoka ali prenizka. Analize tudi kažejo, da je tveganje osnove veliko pri kmetijstvu in ga ne zmanjšajo niti zelo napredni statistični modeli (Jones, 2007).

Za potrebe kmetijstva se je oblikoval poseben indeks GDD, vendar se zaradi možnosti integracije kmetijskega sektorja s trgom z vremenskim varovanjem uporabljajo indeksi HDD, CDD in CAT. Na primer, kmet se lahko zavaruje pred vročim poletjem z nakupom vremenskega instrumenta, vezanega na CDD. Če bo poletje v resnici zelo vroče in bo pridelek slab, bo vrednost pogodbe, vezane na CDD, porasla in kmetu pokrila del izpada prihodkov. Če bo vreme po pričakovanjih in bo pridelek odličen, bo kmet poplačal izgubo za plačano varovanje iz prihodka od dobrega pridelka (Jones, 2007).

Na Sliki 9 se prirast nektarin v Kaliforniji veča z višanjem temperatur, nakar se začne prirast zmanjševati pri zelo visokih temperaturah (Manfredo & Richards, 2005).

*Slika 9: Prirast nektarin podjetja Fresno County glede na indeks CDD v letih med 1982 in 2003*



*Vir: Manfredo & Richards, M., Hedging Yield with Weather Derivatives: A Role for Options, 2005, str. 16.*

Na primer, pri vrednosti indeksa CDD<sup>22</sup> 1.250 je pridelek nektarin najvišji. Če se indeks v obravnavanem mesecu povzpne na 1.400, pa se pridelek že manjša. Povečanje indeksa CDD za 150 točk (v °F) pomeni za slabo stopinjo Celzija višjo povprečno dnevno temperaturo vse tri mesece.

### **2.5.3.3 Prodajalne**

Navadno prodajalci za slabo prodajo krivijo vreme, toda zelo malo se jih zavaruje pred neugodnim vremenom. Rikler iz Storm Exchange pravi, da je verjeten razlog za počasen razvoj zaščite pred vremenom v tem sektorju to, da trgovine uporabljajo druge prijeme, kot so diskonti in sezonske prodaje (CME, 2009).

Vendar so izjeme. Podjetje Weaterproof Garment Company iz New Yorka proizvaja moška oblačila za hladnejše dni. V podjetju so se odločili za zavarovanje z vremenskimi instrumenti, potem ko jim je zaradi mile zime močno upadla prodaja plaščev. Leta 2007 so kupili opcijo, s katero so se želeli zaščititi pred toplejšim decembrom, kot je bil pričakovan. Izračunali so namreč, da je nakup vremenskih izvedenih instrumentov ugodnejši od alternativ, kot je daljše držanje zalog ali še večji diskonti. Izkazalo se je, da je bil tisti december veliko hladnejši in ni bilo nizke prodaje. Njihov direktor Eliot Peyser je pojasnil, da se jim nakup opcije v tistem letu ni izplačal, a bodo vseeno obdržali tovrstno zavarovanje, saj ne morejo diverzificirati ponudbe. Poudaril je, da je tveganje nižje prodaje za manjše trgovine drugačno od tveganja večjih prodajaln, kot je Macy (CME, 2009).

## **3 VREDNOTENJE**

V tem poglavju želim predstaviti nekaj najuporabnejših modelov za vrednotenje izvedenih finančnih instrumentov. Ker so vremenske terminske pogodbe osnova za vremenske opcije, bom sprva predstavil tri možne modele predvidevanja vrednosti vremenskih indeksov, na podlagi katerih že neposredno pridobim ceno vremenske terminske pogodbe. V nadaljevanju predstavljam model za vrednotenje opcij.

Kot sem že omenil, podatkov nisem prilagajal za trende niti nisem vanje vključeval drugih spremenljivk, kot bi bili na primer urbanizacija, toplogredno segrevanje ozračja ali verjetnost vremenskega pojava El Nino.

### **3.1 Modeli predvidevanja vrednosti vremenskih indeksov**

V praksi se uporabljajo trije modeli napovedovanja gibanja vremena. Zgodovinska analiza je najenostavnejša in posledično uporabna za vse potencialne varovalce. Nadgradnja

---

<sup>22</sup> Indeks CDD je računan za Fresno Air Terminal v obdobju od začetka maja (1. 5.) do konca julija (31. 7.), ko je temperatura za rast najbolj pomembna.

zgodovinske analize je indeksno modeliranje. Dnevno modeliranje je najnaprednejši model in ponuja najnatančnejše predvidevanje vremena.

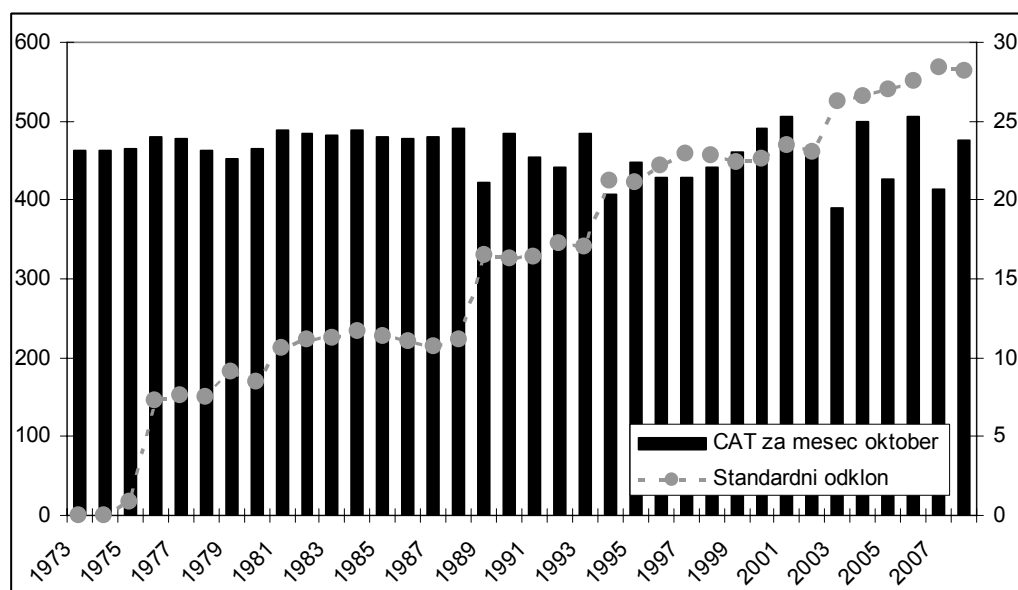
### 3.1.1 Zgodovinska analiza

Hnilica (2007) pravi, da je **zgodovinska analiza** (angl. *burn analysis*) dobra vstopna točka za podjetja, ki še razmišljajo o varovanju pred vremenom z vremenskimi instrumenti. Jewson et al. (2005) jo opredeljuje kot najenostavnejšo vrednotenje vremenske terminske pogodbe, saj jse naslanja na vrednosti, ki jo je pogodba dosegala v preteklosti.

Zaradi enostavnosti, a vseeno visoke uporabne vrednosti sem jo v diplomskem delu že uporabil za izračun preteklih povprečnih mesečnih vrednosti indeksov HDD, CDD in CAT v poglavju 2.2.5. Izračune v Tabelah 6, 7 in 8 sem izvedel tako, da sem za vsako leto izračunal posamezen mesečni indeks za vsa obravnavana mesta in nato izračunal povprečje vseh mesecev. Uporabil sem dnevne povprečne temperature, kar pomeni, da je v ozadju ene izmed treh tabel okoli 150 tisoč podatkov. Zajeten nabor podatkov že lahko pripelje do sklepa, da je izračunano povprečje realno pričakovana naslednja vrednost, ki jo bo indeks dosegel za neko mesto v nekem mesecu.

Jewson (2004) loči zgodovinsko analizo od preostalih tako, da v analizi uporablja le povprečno sredino in standardne odklone. Na Sliki 10 prikazujem zgodovinske vrednosti oktobrskega indeksa CAT za Portorož. Gibanje je bilo v preteklosti bolj umirjeno, zadnja leta pa je postalo razgibano. To kaže tudi porast standardnega odklona, ki je bil do leta 1990 na ravni 10, se leta 1989 povzpela na 15, leta 1994 na 30. Od leta 2006 se standardni odklon neprestano zvišuje, kar kaže na to, da postaja vreme manj stanovitno.

Slika 10: Oktobrski indeksi CAT (levo) in standardni odklon (desno) za Portorož od leta 1973.



Vir: National Climatic Data Center, 2009.

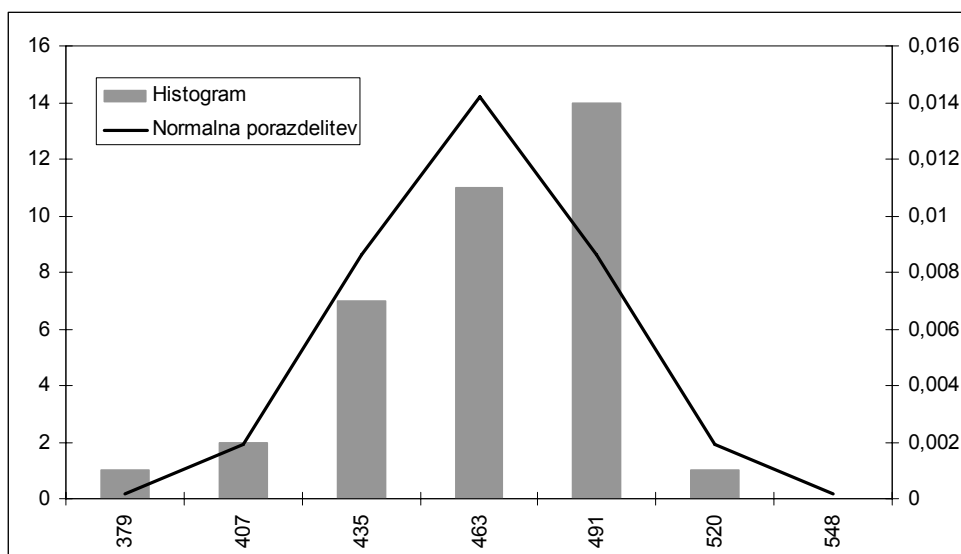
Zanimivo v letu 2003 je, da je bil tedanji oktober najhladnejši od leta 1973, čeprav je bilo tedanje poletje eno najbolj vročih. Še zanimivejši je podatek, da je razlika v oktobrskem indeksu iz leta 2003 do leta 2004 kar 109,39 točke. Če bi razliko prevedel v finančni učinek, bi lahko govoril o razliki 2.018 evrov oz. za 28 odstotkov višji vrednosti pogodbe v letu 2004, kot je bila v letu 2003. Nenatančnost je največja slabost te analize. (Jewson et al., 2005)

### 3.1.2 Indeksno modeliranje

Med najenostavnejšimi analitičnimi modeli, ki vključujejo širšo uporabo statistike, je **indeksno modeliranje** (angl. *index modelling*). Stopi korak naprej in namesto grobih povprečnih zgodovinskih vednosti uporabi porazdeljevanje teh indeksov v preteklosti. Tako lažje ocenjujemo varianco, določamo intervale zaupanja, mogoč je test ujemanja (angl. *goodness of fit*), računanje grških črk (delta, gama, vega) itd. (Jewson et al., 2005).

Jewson (2004) pri indeksnem modeliranju uporablja zvezno porazdelitev zgodovinskih vrednosti vremenskih indeksov, kot je normalna ali kernelova distribucija. Slika 11 poleg histograma prikaže normalno porazdelitev gibanja oktobrske vrednosti indeksa CAT v Portorožu za zadnjih 36 let.

*Slika 11: Histogram porazdelitve oktobrskega indeksa CAT (desno) in njegove normalne porazdelitve (levo) za Portorož od leta 1973*



Vir: National Climatic Data Center, 2009.

Slika 11 pokaže, da se indeks ne razporeja normalno. Nadaljnji izračuni pokažejo, da ima indeks izrazito asimetrično porazdelitev v levo (skewness je -0,75 in test  $-27^{23}$ ) in tanke repe (kurtiosis je -0,08). Na podlagi tega znanja je mogoče izdelati zvezno porazdelitev in/ali simulirati ekstremne dogodke, ki se še niso zgodili, ali uporabiti simulacijo Monte Carlo. Slabost indeksnega modeliranja je zahteva, da mu uporabnik določi porazdelitev, po kateri naj se vremenski indeks porazdeljuje. To je vir napak tega modela (Jewson, 2004).

<sup>23</sup> Sodeč po internetni strani Unesco (b.l.), je nagnjenost značilna, če je  $(\text{skewness} / \sqrt{6/N}) > 2$ .

Namen tega diplomskega dela ni oceniti neke vremenske terminske pogodbe, zato bom v nadaljevanju predstavil enega od prijemov, ki jih omogoča indeksno modeliranje, to je uporaba funkcije »Bootstrap« v programu »Crystal Ball«.

### 3.1.2.1 »Bootstrap«

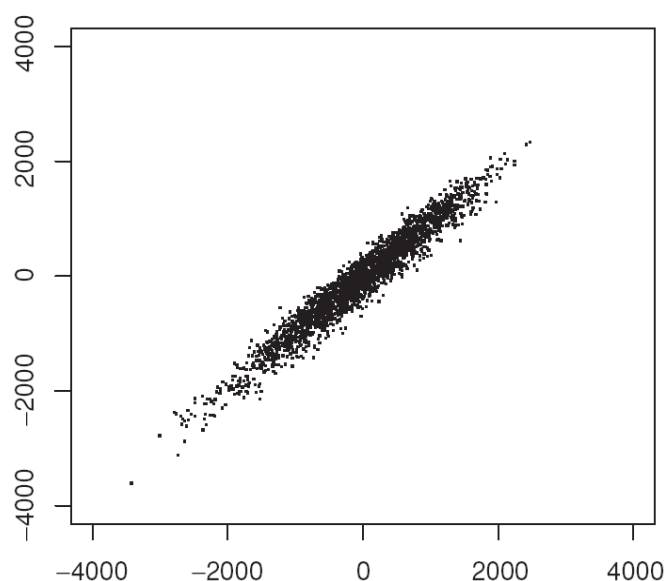
»Oracle Crystal Ball« je tabelarična aplikacija za merjenje tveganj, izdelavo simulacij Monte Carlo in napovedovanje časovnih serij (Oracle, 2009). Med funkcijami programa je tudi funkcija »Bootstrap«, ki na podlagi danih podatkov predvidi druge možne podatke (Hnilica, 2007).

Nabor indeksa CAT za Portorož v oktobru za zadnjih 36 let sem povečal na pet tisoč. Analiza pokaže, da bi se s 95-odstotno gotovostjo aritmetično povprečje omenjenega indeksa gibalo v območju od 453,67 do 472,56, standardni odklon pa bi se gibal v območju med 21,38 in 34,18. Porazdelitev bi bila nagnjena v levo (Skewness =  $-0,66$ ) in precej ploščata (Kurtosis =  $2,59$ ).

### 3.1.2.2 Primerjava zgodovinske analize in indeksnega modeliranja

Ugotovil sem že, da razlika med zgodovinsko analizo in indeksnim modeliranjem obstaja, saj drugi omogoča bolj poglobljeno analizo tveganj. Primerjavo med obema modeloma je izdelal Jewson (2004). Predpostavil je, da se vremenski indeks porazdeljuje normalno, nakar je izdelal 10.000 vzorcev z velikostjo 30 let in jih uporabil za izdelavo zgodovinske analize in indeksnega modeliranja. Ker je vedel za 'seme', iz katerega je izdelal 20 tisoč vzorcev, je lahko ocenil napake posamezne analize. Na Sliki 12 prikazujem napake, ki jih je povzročilo vrednotenje nakupne opcije z zgodovinsko analizo oz. indeksnim modeliranjem. (Jewson, 2004).

*Slika 12: Napake zgodovinske analize oz. indeksnega modeliranja za nakupno opcijo*



*Vir: Jewson, S., Comparing the Potential Accuracy of Burn and Index Modelling for Weather Option Valuation, 2004.*

Slika 12 prikaže, da je napaka med obema analizama možno povezana. Če je napaka indeksnega modeliranja velika, je velika tudi napaka zgodovinske analize. Opaziti je debelejšše repe na obeh straneh grafa. To je zaradi nelinearne strukture vremenske opcije (Jewson, 2004).

### 3.1.3 Dnevno modeliranje

Dosedanja dva načina določanja vremena za svojo osnovo uporabljata dosežene vrednosti indeksov vremenskih pogodb, ki so navadno mesečne. Posledično so vremenske spremenljivke prikazane za mesečno obdobje. **Dnevno modeliranje** (angl. *daily modelling*) uporablja dnevne podatke in ima naslednje prednosti (Jewson et al., 2005):

- popolnejša uporaba zgodovinskih podatkov,
- natančnejši prikaz indeksne porazdelitve,
- natančnejša ekstrapolacija ekstremov,
- natančnejše spremljanje pričakovanj v obdobju trajanja pogodbe,
- doslednost pri uporabi enega modela za vse pogodbe enega merilnega mesta in
- lažje vpletanje meteoroloških napovedi v cenovni algoritem.

Največja slabost tega modela je njegova zapletenost, kar vodi do večjega tveganja in posledično do večje možnosti napake, zato se ta model redkeje uporablja (Jewson et al., 2005).

Cilj diplomske naloge ni sestava takšnega modela, ki bi bil takoj uporaben za podjetje, saj bi to znatno preseglo obseg. Obrazložitev globine dnevnega modeliranja je dovolj za neko drugo diplomsko delo, po možnosti s statističnega področja. V nadaljevanju bom zato le nakazal prve korake, ki so potrebni za izbiro pristopa pri dnevnem modeliranju.

Temperaturne anomalije (Slika 10) so lahko zelo kompleksne in nenormalno porazdeljene (Slika 11). Posledično so potrebni kompleksni modeli. Sprva je treba ugotoviti, ali je s transformacijo mogoče zgladiti dnevne temperaturne anomalije bližje k normalni porazdelitvi. Če to ne uspe, se uporabijo neparametrični modeli (Jewson et al., 2005).

Parametrični modeli dnevnega modeliranja so uporabni, če nam s katerim izmed njih uspe izključiti sezonske in druge anomalije toliko, da se dnevni podatki začnejo prilagajati normalni porazdelitvi (Jewson et al., 2005). Ti modeli so:

- **ARMA** (angl. *autoregressive moving average*),
- **ARFIMA** (angl. *autoregressive fractionally integrated moving average*),
- **AROMA** in **SAROMA** (angl. '*seasonal*' *autoregressive on moving average*) itd.

Obstajajo tudi že izvedenke teh modelov, kot je na primer model s spominom (angl. *memory time-varying model*), izveden iz ARFIMA (Massimiliano & Juliusz, 2008).

Neparametrični modeli so uporabni za vremenske podatke merilnih mest, ki imajo izrazito močno sezonsko komponento in nenormalno porazdelitev. **Metoda drsečega okna** (angl. *sliding window resampling method*) omogoča uporabo natančno želenih podatkov (Jewson & Caballero, 2003, v Jewson et al., 2005). Najprej se na dnevni podatki uporabi eden izmed prej omenjenih parametričnih modelov, ki izloči sezonski cikel in anomalije. Nato se izbere tisto sezonsko nihanje, katerega parametri (skewness, kurtosis, ACF (autocorrelation function) itd.) so najbližje podatkom za obdobje vrednotene pogodbe. Ta časovna vrsta podatkov, njena dolžina je enaka trajanju pogodbe, se obdelava z anomalijami in sezonskim ciklom, poleg tega se izračuna pričakovana porazdelitev indeksa (Jewson et al., 2005).

Dnevno modeliranje doda vrednotenju globino, ki je drugi modeli ne zmorejo. Zgodovinska analiza in indeksno modeliranje sta bolj uporabna samo tedaj, ko enemu izmed modelov dnevnega modeliranja ne uspe zadovoljivo posnemati realnosti. Če rezultati ene ali druge analize niso zadovoljivi, je najboljši pristop kombinacija indeksnega in dnevnega modeliranja (Jewson et al., 2005).

Čeprav so parametrični modeli dnevnega modeliranja uporabni v večini primerov, lahko iz lepe nenormalne porazdelitve na Sliki 10 sklepam, da so za Slovenijo bolj uporabni neparametrični modeli. A kot pravijo Jewson et al. (2005): »Morda najpomembnejša stvar pri vrednotenju vremenskih instrumentov je dober model vremena.« Ker enotnega in širše sprejetega modela še ni, menim, da bi bilo iskanje in primerjanje modelov med seboj dobra tema za naprednejše delo, kot je magistrska naloga ali doktorska disertacija.

## 3.2 Določitev cene vremenski terminski pogodbi

### 3.2.1 Pravična cena

V Tabeli 8 na strani 20 sem z uporabo zgodovinske analize že izračunal povprečno vrednost septembrskega indeksa CAT za London. Vrednost 456 je lahko izhodišče za trgovanje na organiziranem trgu. Jewson et al. (2005) to vrednost poimenujejo **pravična cena** (angl. *fair strike*), pri kateri nobena stran na dolgi rok ne zasluži niti ne izgubi. Ali drugače, dobiček ali izguba imata verjetnost po 50 odstotkov.

Ta cena bi bila najboljša, če bi v posel stopila dva varovalca – prvi bi se varoval pred vročino in drugi pred hladom. V posel bi obe strani stopili z nakupom vremenske terminske pogodbe ali s prijavo paketnega posla pri borzi CME. Takšna transakcija se imenuje posel menjave in je zelo redek. Navadno za posel poskrbijo špekulanti, ki za prodano varnost zahtevajo premijo, ki jo prištejejo ali odštejejo od cene vremenske terminske pogodbe. Velikost in način izračuna premije sta stvar špekulanta. Če se posel s to pogodbo velikokrat ponovi, bo špekulant v povprečju služil, varovalec pa izgubljal (Jewson et al., 2005).

Pribitek oz. odbitek je lahko izražen v odstotkih standardnega odklona, na primer 20 odstotkov (Jewson et al., 2005). V mojem primeru bi špekulant za prodano varnost zaračunal  $456,14 + 32,76 * 20\% = 463$  oz. obratno  $450^{24}$ . S preprostim preračunom sem dobil dve ceni, ki ju lahko špekulant na borzi ponudi vsem udeležencem trga. Razmik med tema dvema cenama (angl. *spread*) je enak strošku vsaj dveh premij, kajti razmik je lahko zaradi nizke likvidnosti tudi večji.

### 3.2.2 Primer trgovanja z vremensko terminsko pogodbo

Med pisanjem tega diplomskega dela sem redko opazil aktivnejše dogajanje na borzi CME, ki bi nazorneje predstavilo dinamiko trga z vremenskimi izvedenimi instrumenti. Dne 16. 9. 2009 sem ob 16:35 za septembrsko vremensko terminsko pogodbo CAT v Londonu opazil nekaj več aktivnosti udeležencev (angl. *making a market*).

Tabela 10: Aktivnost pri septembrski CAT-pogodbi za London na dan 16. 9. 2009

| Povpraševanje |      | Ponudba |          |
|---------------|------|---------|----------|
| Količina      | Cena | Cena    | Količina |
| 50            | 480  | 490     | 50       |
| 50            | 475  | 494     | 50       |
| 50            | 470  |         |          |

Vir: Data suite [borze CME], 2009.

Iz Tabele 10 je razvidno, da je pričakovani septemberski indeks CAT nad povprečjem zadnjih 37 let. Sredi meseca je mogoče že z visoko gotovostjo predvideti, kakšen bo indeks konec meseca oz. kako toplel bo september v Londonu.

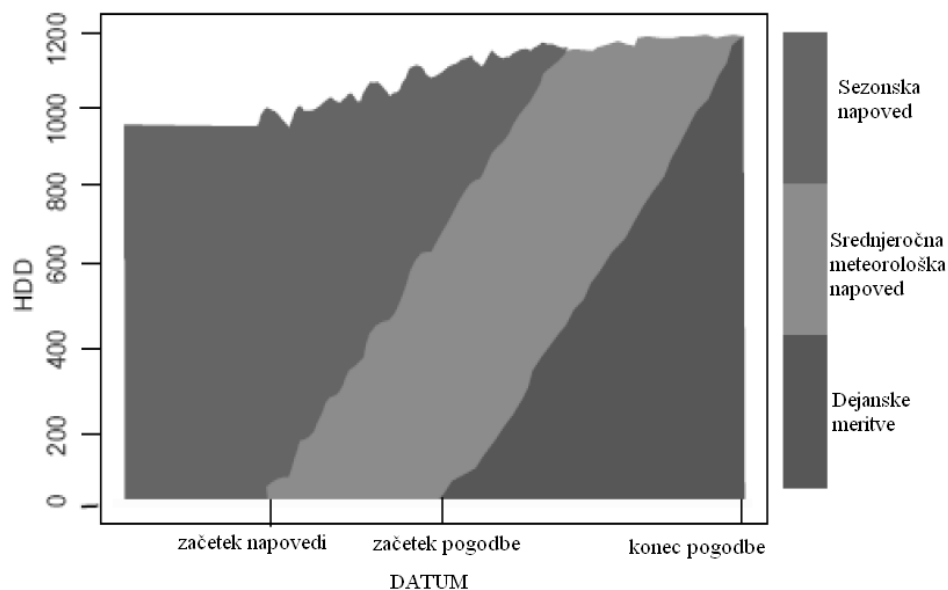
### 3.2.3 Vpliv časa na uporabnost modela vrednotenja

Na pričakovano vrednost bolj ali manj vplivajo meteorološke napovedi, ne glede na to, kateri model vrednotenja se uporabi. Dnevno modeliranje meteorološke napovedi sicer lahko vključi že v model vrednotenja, vendar takšna napoved na dolgi rok podjetju še vedno predstavlja tveganje<sup>25</sup>. Na Sliki 13 je mogoče videti, kako se spreminjajo dejavniki, ki vplivajo na pričakovanja udeležencev trga z vremenom. Sredi obdobja pogodbe se več ne upoštevajo izračunane vrednosti indeksov z modeli vrednotenja in tudi srednjeročna meteorološka napoved je vse manj pomembna. Na pričakovano vrednost indeksa oz. ceno vremenske terminske pogodbe vedno bolj vplivajo dejanske meritve.

<sup>24</sup> Preračunani vrednosti sem zaokrožil na celi števili, saj se tudi na borzi trguje s celimi števili.

<sup>25</sup> Nestanovitnost vremena je dober razlog za uporabo varovanja pred neugodnim vremenom. Če podjetje neko vrednost vremenskega indeksa zaklene (angl. *to lock in*) z uporabo vremenskih izvedenih finančnih instrumentov, lahko natančno načrtuje svoje poslovanje brez skrbi pred neugodnim vremenom. A zaklene lahko samo na trgu že znano pričakovano vrednost nekega indeksa, ki se spreminja vsak dan oz. vsako uro na podlagi novih meteoroloških meritev.

Slika 13: Spreminjanje dejavnikov, ki vplivajo na ceno HDD vremenskega izvedenega instrumenta



Vir: Predstavitev [podjetja First Enercast Financial, 2009.

### 3.2.4 Contango-Backwardian krivulja

Leta 1993 je nemško podjetje Metallgesellschaft izgubilo milijardo dolarjev, in to predvsem zaradi porabe varovalnega sistema, ki je uporabljal normalno porazdelitev (angl. *normal backwardian distribution*) in ni pričakovalo spremembe trga v obrnjeno obliko (angl. *contango*) cene izvedenega finančnega instrumenta, (Harper, b.l.).

Krivulja cene nekega izvedenega finančnega instrumenta se lahko obrne zaradi več razlogov, kajti držanje osnovnega sredstva lahko ima določene ugodnosti oz. slabosti, na primer visoki stroški fizične dostave blaga (Harper, b.l.). Sklepam, da se lahko spremembe v krivulji pojavijo tudi zaradi različnega povpraševanja in ponudbe. V primeru diplomskega dela je na trgu z vremenskimi izvedenimi instrumenti lahko za neki mesec večje zanimanje za varovanje, kot je interes špekulantov za prodajo varnosti.

## 3.3 Izračun premije vremenski opciji

### 3.3.1 Pomanjkljivost Black-Scholesovega modela

Izvedeni finančni instrumenti so vrednoteni na podlagi odsotnosti arbitražnih priložnosti. Cena osnovnega instrumenta se mora oblikovati tako, da za arbitražo ni več prostora. Na to se pri vrednotenju opcij opira predvsem Black-Scholesov model. Ker se z vremenom kot osnovnim instrumentom ne da trgovati, je model delno uporaben. S kombinacijami poslov se sicer lahko vzpostavi arbitražna cena, vendar je trgovanje z vremenom še prenzko (Hnilica, 2007). Na Black-Scholesov model bistveno vplivata tudi parametra porazdelitve, kot sta skewness in kurtosis, (Saurabha & Tiwari, 2007).

V Ameriki so zaradi pomanjkljivosti tega modela vpeljali modificirano različico Black-Scholesovega modela, v Evropi pa se vremensko tveganje še naprej vrednoti po klasičnem zavarovalniškem modelu<sup>26</sup> (angl. *actuarial pricing*), saj je tovrsten koncept bolj univerzalen od Black-Scholesovega modela (Platen & West, 2004).

### 3.3.2 Primer trgovanja z opcijami

V naslednjem primeru predpostavljam, da sta udeleženca trga dva, to sta špekulant in varovalec. V realnosti je udeležencev najverjetneje več, vendar se finančni učinek med njimi porazdeljuje. Dne 3. 9. 2009 so se na borzi CME začeli sklepati posli z vremenskimi opcijami na zimsko<sup>27</sup> terminsko pogodbo, vezano na indeks HDD v Londonu. V Tabeli 11 prikazujem celoten promet v času med 3. 9. in 25. 9. 2009.

*Tabela 11: Promet z opcijami na zimski HDD v Londonu med 3. 9. in 25. 9. 2009.*

| Datum          | 3. 9. 2009 |      |     |   | 16. 9. 2009 |      |     |   | 17. 9. 2009 |      |     |     | 22. 9. 2009 |      |     |     |
|----------------|------------|------|-----|---|-------------|------|-----|---|-------------|------|-----|-----|-------------|------|-----|-----|
| Trenutna cena* | 1.680,00   |      |     |   | 1.680,00    |      |     |   | 1.663,00    |      |     |     | 1.663,00    |      |     |     |
| Izvršilna cena | Q          | CALL | PUT | Q | Q           | CALL | PUT | Q | Q           | CALL | PUT | Q   | Q           | CALL | PUT | Q   |
| 1950           | 250        | 1    |     |   | 250         | 1    |     |   | 250         | 1    |     |     | 250         | 1    |     |     |
| 1850           |            |      |     |   |             |      |     |   |             |      |     |     |             |      |     |     |
| 1750           | 250        | 19   |     |   | 250         | 19   |     |   | 250         | 20   |     |     | 250         | 17   |     |     |
| 1650           |            |      |     |   |             |      |     |   |             |      | 46  | 500 |             |      | 42  | 250 |
| 1550           |            |      |     |   |             |      |     |   |             |      | 14  | 500 |             |      | 11  | 500 |
| 1450           |            |      |     |   |             |      |     |   |             |      |     |     |             |      | 2   | 250 |

*Legenda: Temno siva polja so dejansko sklenjeni posli, bela polja pa so preostala ponudba.*

*Opombe: \*Trenutna cena vremenske terminske pogodbe, ki je osnovni instrument opcije.*

*Vir: Dnevna poročila o poslih [borze CME], 2009.*

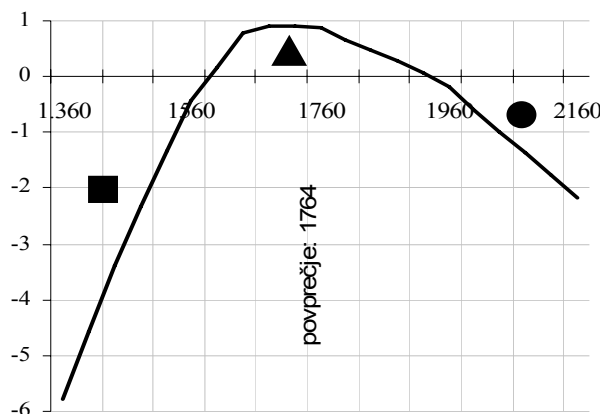
V skladu s specifikacijami vremenskih opcij na borzi CME, kjer ena točka nakupne opcije (CALL) oz. prodajne opcije (PUT) šteje 20 funtov, je špekulant prodal varovalcu za 250 nakupnih opcij z izvršilno ceno 1.950 točk za 5.000 funtov in še 250 nakupnih opcij z izvršilno ceno 1.750 za 95.000 funtov. Špekulant bi imel nični izid marca leta 2010, ko opcija zapade, pri vrednosti indeksa HDD 1.770 točk. Tedaj doseže nakupna opcija z izvršilno ceno 1.750, ki jo je prodal, vrednost 100.000 funtov (20 funtov je vrednost točke \* 250 pogodb \* razlika med obračunsko in izvršilno ceno, ki je enaka 20 točkam = 1.770 – 1.750). Toliko je dne 3. 9. 2009 tudi zaslužil s premijami.

Če po tej logiki izračunam možne rezultate za neki nabor možnih prihodnjih izvršilnih cen za vse navedene posle v Tabeli 11, pridobim Sliko 14 s prikazom finančnega učinka portfelja prodanih opcij od špekulanta.

<sup>26</sup> Zavarovalniški model izračunava premijo opcije glede na ocenjeno tveganje.

<sup>27</sup> Obdobje merjenja je od začetka novembra leta 2009 do konca marca leta 2010.

Slika 14: Prikaz finančnega učinka (v mio. funtov) špekulantovega portfelja prodanih opcij prek borze CME med 3. 9. in 25. 9. 2009 za sezonski zimski indeks HDD v Londonu



Vir: Dnevna poročila o poslih [borze CME], 2009.

V območjih pod x-osjo Slike 14, ki prikazuje možne vrednosti sezonskega indeksa HDD konec marca 2010, kjer sta označena kvadrat in krog, nosi špekulant izgubo, varovalcu pa vrednost opcij naraste. S pridobljenim plačilom za vrednost opcij lahko varovalec poravnava poslovno škodo, nastalo zaradi pretople (kvadrat) ali prehladne (krog) zime.

V območju med črto finančnega učinka in x-osjo z (trikotnik) ima špekulant dobiček, varovalec pa ne pokrije stroškov nakupa opcij. Verjetnost za to je precej majhna, saj v 36 letih, od leta 1973 do marca leta 2009, sezonski indeks HDD ni bil nižji od 1.520 točk ali višji od 2.022 točk.

Upravljanje z vremenskim portfeljem je znova preširoko področje za vključitev v diplomsko delo. Iz Slike 14 sklepam, da je špekulant tveganje svoje izgube dobro prilagodil porazdeljevanju indeksa HDD. To je razvidno iz zelo strmega padanja levega kraka Slike 14, kjer je verjetnost za izgubo zelo nizka in položno padanje desnega kraka Slike 14, kjer je možnost za izgubo večja.

## 4 POVEZANOST VREMENA

Ker se v Sloveniji z vremenskimi izvedenimi instrumenti ne trguje, me je zanimalo, katero izmed evropskih mest bi bilo najprimernejše za trgovanje z vremenom v Portorožu, Ljubljani in Mariboru. V analizo sem dodal dve svetovni mesti, v katerih je trgovanje na borzi CME še posebno aktivno, to sta New York in Tokio. Uporabljam ju za oceno verodostojnosti izračunanih korelacij.

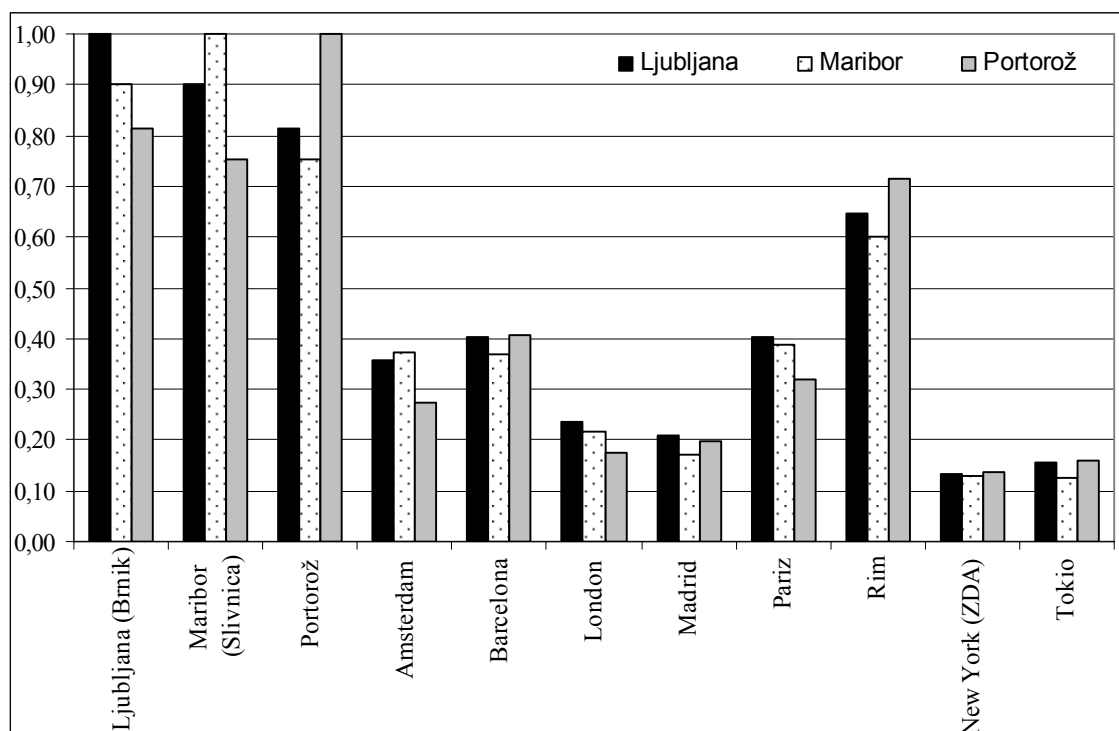
## 4.1 Korelacija povprečne temperature

Vrednost korelacijskega koeficienta je med  $-1$  (nasprotna povezanost) in  $1$  (popolna povezanost). Dve spremenljivki se nagibata k skupnemu premikanju, če so velike vrednosti ene spremenljivke nagnjene k povezavi z velikimi vrednostmi druge spremenljivke (pozitivna povezanost), ali so majhne vrednosti ene spremenljivke nagnjene k povezavi z velikimi vrednostmi druge spremenljivke (negativna povezanost) ali pa vrednosti obeh spremenljivk sploh nista v sorodu (povezanost blizu nič), (MS Excel 2003 pomoč).

Ker formula v Excelu izpusti vsak manjkajoči podatek, sem uporabil neprilagojene podatke, saj manjkajoči dnevi ali serije ne vplivajo na izračun. Poleg določitve mest sem se moral odločiti tudi za obdobje. Zaradi enostavnosti in natančnosti sem uporabil podatke od 1. 1. 1996 do 31. 7. 2009, ko so v Sloveniji že delovale najnovejše meteorološke postaje.

Za potrebe ugotovitve korelacije med mesti sem uporabil MS Excel in njegovo funkcijo Data Analysis/Correlation. Za vsak mesec sem s pomočjo programskega jezika MS Visual Basic for Applications izračunal korelacije vseh treh slovenskih mest z ostalimi mesti. Pridobil sem tri serije s 163-timi mesečnimi korelacijami. Iz teh podatkov sem nato izračunal povprečne korelacije posameznega slovenskega mesta z ostalimi mesti (Slika 15).

Slika 15: Povprečni mesečni korelacijski koeficienti med mesti od 1. 1. 1996 do 31. 7. 2009



Vir: National Climatic Data Center, 2009.

Med obravnavanimi mesti ima zadovoljivo korelacijo ( $> 0,6$ ) le Rim. Pričakovano je najnižja povezanost z New Yorkom in Tokiom, ki sta od Slovenije najbolj oddaljena. Vseeno me preseneča nizka korelacija slovenskih mest z Madridom in Londonom.

## 4.2 Uporaba vremenskih izvedenih instrumentov za Rim

Statistično glajenje in odstranitev cikličnosti bi najverjetneje bistveno zvišalo kakovost izračuna. Tudi iskanje sezonskih povezav bi bilo koristno, saj imajo slovenska mesta pozimi z Rimom občutno slabšo povezanost (povprečni korelacijski koeficient z Rimom za vsa tri slovenska mesta je bil februarja 0,61) kot poleti (0,71 v juniju). Iz povprečja izstopa tudi november, za katerega imajo slovenska mesta povprečni koeficient kar 0,80 (Tabela 12).

*Tabela 12: Povprečni mesečni korelacijski koeficienti med tremi slovenskimi mesti in Rimom za povprečno dnevno temperaturo od 1. 1. 1996 do 31. 7. 2009*

| Mesec              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | Povprečje |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| Ljubljana (Brnik)  | 0,63 | 0,60 | 0,63 | 0,61 | 0,66 | 0,71 | 0,66 | 0,54 | 0,66 | 0,69 | 0,79 | 0,67 | 0,65      |
| Maribor (Slivnica) | 0,54 | 0,52 | 0,59 | 0,61 | 0,61 | 0,66 | 0,61 | 0,49 | 0,60 | 0,65 | 0,76 | 0,58 | 0,60      |
| Portorož           | 0,73 | 0,71 | 0,68 | 0,62 | 0,69 | 0,78 | 0,72 | 0,60 | 0,71 | 0,74 | 0,85 | 0,77 | 0,72      |
| <b>Povprečje</b>   | 0,63 | 0,61 | 0,64 | 0,61 | 0,65 | 0,71 | 0,66 | 0,55 | 0,66 | 0,70 | 0,80 | 0,67 | 0,66      |

*Vir: National Climatic Data Center, 2009.*

V nadaljevanju predstavljam tveganja uporabe vremenskih izvedenih instrumentov iz poglavja 2.4. za slovenska podjetja, ki bi kupila vrednostni izvedeni instrument za vreme v Rimu.

### 4.2.1 Tveganje osnove

Iz izračunanih korelacijskih koeficientov lahko sklepam na precejšnje geografsko tveganje osnove, še posebej za določeno mesto v nekem mesecu. Vendar je opaziti nizko povezanost (Slika 15) že med slovenskimi mesti, posebej med Mariborom in Portorožem, ki je le nekoliko višja od povezanosti Portoroža z Rimom.

Na to temo sem našel največ študij. Omenil sem že študijo (Woodard & Garcia, 2007), ki pravi, da je lahko geografsko tveganje osnove celo negativno ali pa ga sploh ni (Manfredo & Sanders, 2006). Ker je možna ocenitev tveganja osnove za velike razdalje (Hay & Wolff, 2008), je možno tudi odločanje o kompromisu med ceno in kvaliteto varovanja.

Povsem mogoče je, da v Ljubljani dežuje, v Mariboru ne. Vendar če v Ljubljani dežuje, ali bo čez na primer dva dni deževalo tudi v Mariboru? Ta pristop k zmanjševanju pomena geografskega osnovnega tveganja se izvede z uporabo metode sledenja vremenu (Massimiliano & Juliusz, 2008).

Sklepam lahko, da je tveganje osnove obvladljivo, saj med Rimom in slovenskimi mesti ni negativne povezanosti. A morda celo pomembnejše od geografskega tveganja osnove je lokalno tveganje osnove, torej, kakšna je povezanost poslovanja podjetja z vremenom. Rim ima zmernejše podnebje od Slovenije, in v kolikor se tudi poslovanje podjetja zmerno odziva na vreme, je lahko tveganje osnove zelo nizko.

Odgovoriti na vprašanje, ali tveganje osnove še upraviči varovanje z vremenskimi izvedenimi instrumenti, ki je že v svoji osnovi cenejše od klasičnega zavarovanja, je naloga vsakega posameznega podjetja, ki želi učinkovito obvladovati svoja tveganja.

#### 4.2.2 Likvidnostno tveganje

Ob pripravi tega diplomskega dela za Rim nisem opazil nobene aktivnosti, še manj pa dejansko sklenjenega posla. Iz tega sklepam, da je trg izjemno neaktiven. A to še ne pomeni, da za Rim na borzi CME ni mogoče skleniti vremenskega posla. CME ponuja možnost prijave paketnih poslov, kar daje dvema zainteresiranima strankama možnost, da posel izpeljeta pregledno in brez nevarnosti kreditnega tveganja, saj za poravnavo poskrbi CME.

V poizvedovanju po borznem posredniku, ki bi bil pripravljen izvesti tovrsten posel, sem dobil pritrdilni odgovor le pri PFG Inc., ZDA. Ker so največji udeleženci trga z vremenom podjetja, ki navadno sklenejo posel z vremenom na zunaj borznem trgu, je le vprašanje, kdaj bodo zaradi preglednosti in varnosti prešla na organizirani trg.

Nizka likvidnost zahteva od udeleženca, da vzdržuje gibljivo kritje pri posredniku. Sicer možnosti manipulacije pri vremenu ni, obstajajo pa lahko nenadne velike spremembe pri ceni vremenske terminske pogodbe. Če bo ta neugodna za kupca, bo borzni posrednik nemudoma zahteval dodatno kritje oz. prisilno prodajo tega instrumenta po kateri koli ceni.

Naj omenim še evropske borze. CME borza ni edina, ki ponuja trgovanje z vremenskimi izvedenimi instrumenti. Že pred časom je podobne produkte ponudil Life v Londonu, vendar jih zaradi slabe razvitosti nisem vključeval v diplomu. Interesentom priporočam pregled tudi te možnosti, kajti izvedba posla prek borze CME za vremenski izvedeni instrument vezan na temperaturo v Rimu, ima zelo visoko tveganje likvidnosti.

#### 4.2.3 Priložnost za slovensko finančno panogo

Čeprav ima slovenska finančna panoga vsa potrebna orodja za vključitev standardiziranih vremenskih izvedenih instrumentov v svojo ponudbo, ji bo slaba likvidnost najbližjega trga z vremenom to najverjetneje preprečevala še nekaj časa. A če bo kakšnemu slovenskemu podjetju uspelo stopiti na stran špekulantov in začeti vzdrževati tamkajšnji trg, mu bo likvidnostna premija prinašala dodaten zaslužek vsaj kratkoročno.

## SKLEP

Izvedeni finančni instrumenti so stari toliko, kot je stara trgovina. Zapisi kažejo na to, da so se začeli uporabljati skoraj dva tisoč let pred našim štetjem. V prvo generacijo sodijo izvedeni finančni instrumenti, vezani neposredno na ceno osnovnega instrumenta. Druga generacija izvedenih finančnih instrumentov se veže na instrumente prve generacije. V tretjo generacijo izvedenih finančnih instrumentov pa spadajo eksotični instrumenti, torej tudi vremenski izvedeni instrumenti.

Prvi posel, vezan na vreme, je bil sklenjen leta 1996. Urejen borzni trg je nastal leta 1999, ko je prve instrumente ponudila borza CME. A promet je začel hitreje naraščati šele po letu 2003, ko je borza CME ponudila tudi poravnavo poslov. Zdaj CME ponuja vremenske instrumente za 30 severnoameriških, deset evropskih in pet azijskih mest. Med največjimi tržnimi udeleženci so energetska podjetja, sledijo kmetijstvo in prodaja. Prek 95 odstotkov vseh vremenskih pogodb so lani sklenili v ZDA.

Zaradi velikega prometa z vremenskimi izvedenimi instrumenti, vezanimi na temperaturo, bi bilo smiselno to področje podrobneje raziskati.

Vrednostni instrumenti so primarno namenjeni varovanju pred neugodnim vremenom. Poleg tveganja uporabe izvedenih finančnih instrumentov posedujejo tudi tveganje osnove, to je tveganje, da finančni učinek varovanja z vremenskim instrumentom ne bo pokrila dejanske izgube v poslovanju nekega podjetja zaradi neugodnega vremena. Problem je tudi nizka likvidnost zaradi lokalnosti vremena, kar udeležence vremenskega trga napelje k odločanju med kakovostjo in ceno varovanja.

Pravično ceno, ki se naknadno prilagodi za premijo/strošek varovanja, je najenostavneje izračunati s pomočjo zgodovinske analize. Naprednejše določanje cene je s pomočjo indeksnega modela ali s pomočjo najzahtevnejšega dnevnega modeliranja. V vseh primerih so potrebni pretekli podatki o vremenski spremenljivki, ki sem jih pridobil iz baze NCDC. Podatke sem moral predhodno urediti in dopolniti, vendar jih nisem obdelal z različnimi statističnimi postopki.

S pomočjo korelacijskega koeficienta sem ugotovil, da je med sedmimi evropskimi mesti povprečna dnevna temperatura v Rimu najbolj podobna gibanju temperature v treh opazovanih slovenskih mestih. Zaradi oddaljenosti obstaja visoko tveganje osnove, ki bi ga lahko najverjetneje premostiti že z iskanjem neposredne povezave med vremenom v Rimu in gibanjem poslovanja nekega podjetja v Sloveniji. A nelikvidnost bo preprečevala sklepanje tovrstnih poslov vse do tedaj, dokler kakšno podjetje v tem trgu ne bo prepoznalo poslovne priložnosti in začelo samo prodajati varovanje pred neugodnim nekatastrofalnim vremenom s standardiziranimi vremenskimi izvedenimi instrumenti.

## LITERATURA IN VIRI

1. Ali, P. U., & Yano, K. (13. 10. 2004), *ECO-Finance: The Legal Design and Regulation of Market-Based Environmental Instruments (International Environmental Law and Policy Series)*. Kluwer Law International.
2. Berk, S. A. (2003). *Razvitost finančne funkcije v slovenskih podjetjih: Rezultati ankete*. V: Zbornik referatov (str. 17–44). Ljubljana: Slovenski inštitut za revizijo.
3. Berk, S. A. (2005). *Značilnosti obvladovanja finančnega tveganja v slovenskih podjetjih: mednarodna primerjava značilnosti uporabe izvedenih finančnih instrumentov in vplivov na uspešnost poslovanja*. Ljubljana: Inštitut za ekonomska raziskovanja.
4. Brunner, A. D. (2003). *El Nino and World Primary Commodity Prices: Warm Water or Hot Air?* (working paper). Washington: International Monetary Fund.
5. Chance, D. M. (1998). *Essays in Derivatives*. New York: Wiley.
6. Clemmons, L., & VanderMarck, P. (2000, december). *Raining stats and logs*, FOW. str. 34–37.
7. Doles, J. (b.l.). *Izvedeni finančni instrumenti – Vrste in njihova uporaba v Sloveniji*. Najdeno 26. 9. 2009 na spletnem naslovu [www.nlb.si/izvedeni-uporaba-slo](http://www.nlb.si/izvedeni-uporaba-slo).
8. Ellithorpe, D., & Putnam, S. (2000). Weather Derivatives and Their Implications for Power Markets. *The Journal of Risk Finance*, (zima 2000), str. 19–28.
9. Fox, L. (2002). *Enron: the rise and fall*. New York: Wiley
10. Garman, M., Blanco, C., & Erickson, R. (2000, marec). *Weather Derivatives: Instruments and Pricing Issues*. Environmental Finance.
11. *Global Historical Climatology Network*. Najdeno 23. avgusta 2009 na spletnem naslovu <http://daac.ornl.gov/CLIMATE/guides/ghcn.html>.
12. Harper, D. (b.l.). *Contango Vs. Normal Backwardation*. Investopedia.com. Najdeno 25. septembra 2009 na spletnem naslovu [http://www.investopedia.com/articles/07/contango\\_backwardation.asp](http://www.investopedia.com/articles/07/contango_backwardation.asp).

13. Haug, E. G. (1997). *The Complete Guide to Option Pricing Formulas*. New York: McGraw-Hill.
14. Hnilica, J. (2007, 21. maj). *Crystal ball in weather-linked derivatives valuation*. Referat, predstavljen na konferenci Crystal Ball User Conference v Denverju.
15. Hay, J. M., & Wolff, R. C. (2008). *Non linear modelling for weather derivatives*.
16. Jewson, S. (2004). *Comparing the Potential Accuracy of Burn and Index Modelling for Weather Option Valuation*.
17. Jewson, S., Brix, A., in Ziehmann, C. (2005, 10. april). *Weather Derivative Valuation: The Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations*. Cambridge: Cambridge University Press.
18. Jones, T. L. (2007, junij). *Agricultural Applications Of Weather Derivatives*. International Business & Economics Research Journal, 6(6), 53–59.
19. Klopčič, V. (2009). *Uporaba izvedenih finančnih instrumentov v praksi* (Raziskovalno poročilo). Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta.
20. Kristanto, D. (2009, 9. januar). *Indonesia to swap some debt for environment, health projects*. Reuters. Najdeno 28. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://in.reuters.com/article/asiaCompanyAndMarkets/idINJAK25023720090109>.
21. Manfredo, M., & Richards, T. (2005, junij). *Hedging Yield with Weather Derivatives: A Role for Options*. Referat, predstavljen na American Agricultural Economics Association Annual Meeting.
22. Manfredo, M., & Sanders, D. (2006, april). *Is the Local Basis Really Local?* Referat, pripravljen za Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management St. Louis.
23. Marrison, C. (2002). *The Fundamentals of Risk Measurement*. New York: McGraw-Hill.
24. Massimiliano, C., & Juliusz, P. (2008). *Memory Time-Varying Models for Weather Derivative Pricing*.
25. *Measures of Shape [organizacije Unesco]*. Najdeno 14. septembra 2009 na spletnem naslovu [http://www.unesco.org/webworld/idams/advguide/Chapt3\\_1\\_3.htm](http://www.unesco.org/webworld/idams/advguide/Chapt3_1_3.htm).

26. Morrison, J. (2009, 12. februar), *Managing Weather Risk – Will Derivatives Use Rise?* Futures industry, Washington, str. 27–29.
27. Müller, A., in Grandi, A. (2000). *Weather derivatives for protection against weather risks*. Minuch Re.
28. Myers, R. (2008). *What every CFO needs to know now about weather risk management*. Chicago Mercantile Exchange.
29. Nagarajan, K., & Kiruthika, R. S. T. (2009, 29. april). *Weather Derivatives: A Need for Indian Farmers*. IndianMBA.com. Najdeno 13. 8. 2009 na spletnem naslovu [http://www.indianmba.com/Faculty\\_Column/FC1008/fc1008.html](http://www.indianmba.com/Faculty_Column/FC1008/fc1008.html).
30. Nicholls, M. *Confounding the forecasts*. (2004, 4. julija). Environmental Finance. Najdeno 16. avgusta 2009 na spletnem naslovu <http://www.environmental-finance.com/2004/0410oct/weather.htm>.
31. Parameswaran, S. (b.l.). *Option Strategies*. Indija: Tata McGraw-Hill.
32. Platen, E., in West, J. (2. 7. 2004), *Fair Pricing of Weather Derivatives*.
33. *Predstavitev [First Enercast Financial]*. Najdeno 14. septembra 2009 na spletnem naslovu <http://www.firstenercastfinancial.com/>.
34. *Products [podjetja Galileo Weather Risk Management]*. Najdeno 13. septembra 2009 na spletnem naslovu <http://www.galileoweather.com/products.html>.
35. Saurabha, R., & Tiwari, M. (2007), *Empirical Study of the effect of including Skewness and Kurtosis in Black Scholes option pricing formula on S&P CNX Nifty index Options*. Neobjavljeno delo.
36. Smithson, Ch. W., Smith, C. W., & Wilford, D. S. (1995). *Managing Financial Risk: A guide to Derivative Products, Financial Engineering and Value Maximation*. Bur Ridge (II). New York: Irvin Professional Publishing.
37. Stražar, G. (2008, 30. maj). *Slovenske zavarovalnice aktivno proti podnebnim spremembam*. Referat, pripravljen za XV. Dneve slovenskega zavarovalništva. Portorož: Slovensko Zavarovalno Združenje.
38. Vedenov, D. V., & Barnett, B. J. (2004). *Efficiency of Weather Derivatives as Primary Crop Insurance Instruments*. Journal of Agricultural and Resource Economics 29(3), 387–403.

39. *Vlada: 80 milijonov je za nakup pravic do izpusta škodljivih plinov*. Energetika.net (2009, 18. september). Najdeno 28. septembra 2009 na spletnem naslovu <http://www.energetika.net/novice/emisije-co2/vlada-80-milijonov-je-za-nakup-pravic-do-izpusta-skodljivih-plin>.
40. Weber, E. J. (2008, 6. junij). *A short History of Derivative Security Markets*. University of Western Australia.
41. Woodard, J., & Garcia, P. (2007, 5. junij). *Basis risk and weather hedging effectiveness*. Referat, predstavljen na Management of Climate Risks in Agriculture. Berlin.
42. *Weather derivatives volume plummets*. (2009, 12 junij). Storm 43. Najdeno 3. oktobra 2009 na spletnem naslovu [www.wrma.org/pdf/weatherderivativesvolumeplummets.pdf](http://www.wrma.org/pdf/weatherderivativesvolumeplummets.pdf).
43. Kalshian, R. (2004, 7. december). *World Bank buys pollution rights from tiny Indian village for \$645*. PublicIntegrity. Najdeno 28. septembra 2009 na spletnem naslovu <http://projects.publicintegrity.org/oil/report.aspx?aid=429>.
44. *WRMA Celebrates 10 Years (2008)*. Weather Risk Management Association. Najdeno 16. septembra 2009 na spletnem naslovu [www.wrma.org/pdf/WRMA\\_Booklet\\_%20FINAL.pdf](http://www.wrma.org/pdf/WRMA_Booklet_%20FINAL.pdf).

# PRILOGE

## I Slovar tujk

|                                                       |                                             |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| actuarial pricing                                     | klasični zavarovalniški model               |
| autoregressive fractionally integrated moving average | avto regresivna razdrobljena drseča sredina |
| autoregressive moving average                         | avto regresivna drseča sredina              |
| basis risk                                            | tveganje osnove                             |
| brokers                                               | borzni posrednik                            |
| burn analysis                                         | zgodovinska analiza                         |
| call option                                           | nakupna opcija                              |
| call writer                                           | prodajalec opcije                           |
| ceating degree days                                   | dnevi ogreva                                |
| clearing                                              | obračun                                     |
| clearinghouse                                         | obračunska hiša                             |
| collar                                                | ovratnica                                   |
| commodity loan                                        | blagovno posojilo                           |
| cooling degree days                                   | dnevi hlajenja                              |
| credit risk                                           | kreditno tveganje                           |
| crowding degree days                                  | dnevi rasti                                 |
| cumulative average temperature                        | skupna povprečna temperatura                |
| daily modelling                                       | dnevno modeliranje                          |
| default                                               | neizpolnitev opcije                         |
| de-risk a balance sheet                               | tveganje v bilancah                         |
| derivatives                                           | izvedeni finančni instrumenti               |
| environmental instruments                             | okoljski instrumenti                        |
| exercise date                                         | izvršilni datum ali datum unovčitve         |
| exercise price/ strike price                          | izvršilna cena                              |
| fair strike                                           | pravična izvršilna cena                     |
| forward                                               | nestandardizirana terminska pogodba         |
| futures                                               | standardizirana terminska pogodba           |
| Global Historical Climatology Network                 | – globalna meteorološka mreža               |
| goodness of fit                                       | test ujemanja                               |
| hedgers                                               | varovalci                                   |
| hold till maturity                                    | držanje do zapadlosti                       |
| index modelling                                       | indeksno modeliranje                        |
| initial margin                                        | začetno kritje                              |
| insurance offshoots                                   | izginjanje zavarovalnic                     |
| intrinsic value                                       | notranja vrednost                           |
| last price                                            | zadnja cena                                 |
| lock in the price                                     | po vnaprej znani ceni                       |

|                                           |                                          |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| making a market                           | tržna aktivnost                          |
| margin system                             | sistema kritij                           |
| market maker                              | vzdrževalec trga                         |
| marking to market                         | dnevna poravnava                         |
| memory time-varying model                 | časovno spremenljivi spominski model     |
| option premium /option price              | premija                                  |
| options                                   | opcija                                   |
| over-the-counter                          | zunaj borzni trg                         |
| pluvial contract                          | klasično zavarovanje                     |
| put option                                | prodajna opcija                          |
| seasonal autoregressive on moving average | – sezonsko avtoregresivna drseča sredina |
| secondary margin                          | sekundarno kitje                         |
| securitization                            | sekuritizacija                           |
| settlement price                          | obračunska cena                          |
| short selling                             | kratka prodaja                           |
| sliding window resampling method          | metoda drsečega okna                     |
| spatial statistical methods               | razmičnostne statistične metode          |
| speculators                               | špekulanti                               |
| spot price                                | trenutna cena                            |
| spread                                    | razmik med ponudbo in povpraševanjem     |
| straddle                                  | razkorak                                 |
| swap                                      | zamenjava                                |
| tick value                                | vrednost točke                           |
| time value                                | časovna vrednost                         |
| to-arrive contract                        | pogodba po povzetju                      |
| utilities                                 | javna podjetja                           |
| variation margin                          | giblivo kritje                           |
| volumetric risk                           | tveganje količinskega upada prometa      |
| weather futures                           | vremenske terminske pogodbe              |
| weather options                           | vremenske opcije                         |
| World Bank                                | Svetovna banka                           |

## **II Kazalo kratic**

|        |                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------|
| ARFIMA | autoregressive fractionally integrated moving average |
| ARMA   | autoregressive moving average                         |
| ARSO   | Agencija Republike Slovenije za okolje                |
| CAT    | cumulative average                                    |
| CDD    | cooling degree days                                   |
| CME    | Chicago Merchandise Exchange                          |
| CPI    | consumer price inflation                              |
| FAA    | Federal Aviation Administration                       |
| GDD    | growing degree days                                   |
| GHCN   | Global Historical Climatology Network                 |
| HDD    | heating degree days                                   |
| IMF    | International Monetary Fund                           |
| NCDC   | National Climatic Data Center                         |
| NOAA   | National Oceanic and Atmospheric Administration       |
| OTC    | over the counter                                      |
| SAROMA | seasonal autoregressive on moving average             |
| WRMA   | Weather Risk Management Association                   |