

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

MAGISTRSKO DELO

**PREMOŽENJSKO ZAVAROVANJE FINANČNIH IZGUB VEZANO
NA VREMENSKE INDEKSE**

TINA LUKANČIČ

Ljubljana, november 2008

IZJAVA

Študentka Tina Lukančič izjavljam, da sem avtorica tega magistrskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom doc. dr. Aleša Ahčana in da v skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

Ljubljana, november 2008

Podpis: _____

KAZALO

1	Uvod	1
1.1	Opredelitev problematike in namen dela	1
1.2	Cilj, metode proučevanja in zasnova magistrskega dela	3
2	Izvedeni finančni instrumenti	4
2.1	Osnovna definicija izvedenih finančnih instrumentov	4
2.1.1	Osnovne oblike izvedenih finančnih instrumentov	4
2.2	Opcije	7
2.2.1	Uporaba opcij	8
2.2.2	Slovenski trg opcij	10
2.3	Terminske pogodbe	10
2.4	Terminski posli	11
2.5	Zamenjave	12
3	Trendi vremenskih razmer v Sloveniji	13
3.1	Podnebje v Sloveniji	13
3.1.1	Podnebne spremembe	13
3.2	Temperatura	15
3.3	Padavine	18
3.3.1	Ekstremni padavinski dogodki	21
3.4	Snežna odeja	22
3.4.1	Višina snežne odeje v obdobju 1951/2-2007/8	23
3.4.2	Število dni s snežno odejo v obdobju 1951/52-2007/08	24
3.5	Veter	25
3.6	Sončno obsevanje	26
4	Vremenski derivativi	29
4.1	Razvoj trga vremenskih derivatov	29
4.2	Vrste vremenskih derivatov	32
4.2.1	Vremenske opcije	33
4.2.2	Vremenske zamenjave (swap)	36
4.2.3	Vremenski ovratniki, vremenske povezave in ostalo	37
4.2.4	Nelinearni vremenski derivati	41
5	Vrednotenje vremenskih derivatov	41
5.1	Splošno o vrednotenju finančnih instrumentov	41
5.2	Metode vrednotenja vremenskih derivatov	41
5.2.1	Aktuarska metoda	41
5.2.2	»Burn« analiza	42

5.2.3	Vrednotenje na podlagi dinamičnega temperaturnega modela	43
6	Primer vrednotenja vremenskih derivativov	56
6.1	Vrednotenje HDD opcije s pomočjo porazdelitev.....	56
6.1.1	Nakupna HDD opcija za Ljubljano.....	58
6.1.2	Prodajna HDD opcija za Ljubljano.....	61
6.2	Vrednotenje HDD opcije s pomočjo Monte-Carlo simulacije.....	63
6.2.1	Nakupna HDD opcija za Ljubljano.....	63
6.2.2	Prodajna HDD opcija za Ljubljano.....	67
6.3	Vrednotenje CDD opcije	68
6.3.1	Nakupna CDD opcija za Ljubljano.....	69
7	Zaključek.....	70
	LITERATURA IN VIRI	73

1 UVOD

Problematika magistrskega dela je tveganje izgube dobička kot posledice nepričakovanih vremenskih razmer v daljšem časovnem obdobju in njegovo zavarovanje. Na svetovnem trgu je več instrumentov za zavarovanje vremenskega tveganja. V nalogi bo poudarek na vremenskih instrumentih kot obliki zavarovanja posledic temperaturnih sprememb v okolju. Uporaba vremenskih instrumentov je v svetu vedno bolj razširjena, v Sloveniji pa je le ta še povsem nerazvita. Namen naloge je predstaviti uporabnost vremenskih finančnih instrumentov in prikazati način vrednotenja vremenskih finančnih instrumentov.

1.1 Opredelitev problematike in namen dela

Vremenske razmere v določenem časovnem obdobju vplivajo na razvoj in uspešnost mnogih gospodarskih panog. Negotovost vremenskih pojavov povzroča tveganje za mnoga gospodarska podjetja. Poleg tega smo v zadnjih letih priča globalnemu segrevanju ozračja in s tem povezanim podnebnim spremembam, ki povečujejo negotovost podjetij. Te spremembe bolj ali manj vplivajo na različne gospodarske panoge. Vplivi na panoge so zelo različni. Višje povprečne temperature na primer negativno vplivajo na dobiček energetskega podjetij, hkrati pa pozitivno vplivajo na dobiček lastnikov zabaviščnih parkov.

Povpraševanje po energentih in električni energiji je močno povezano temperaturnimi razmerami. Tako podjetje, ki se na primer ukvarja s prodajo kurilnega olja občuti izgubo v primeru nadpovprečno visokih zimskih temperatur, saj proda premalo kurilnega olja. Po drugi strani isto podjetje preseže pričakovani dobiček v primeru nižjih zimskih temperatur od pričakovanih.

Lastniki zabaviščnih parkov barov in restavracij so odvisni od vremenskih razmer. Število gostov in obiskovalcev je bistveno višje v primeru lepega vremena in primernih temperatur. Po večletnem opazovanju so v londonski verigi barov Timothy's ugotovili, da je obiskanost barov največja ob četrkih in petkih in da obiskanost barov močno upade če povprečna dnevna poletna temperatura pade pod 22 °C. Ocenili so, da imajo v takih dneh za 10.000 GBP manjši dobiček (Cao, Li & Wei, 2003, str. 9).

Vsi zunanji rekreacijski centri so odvisni od vremenskih razmer (npr.: golf, jadranje, deskanje, smučanje, ...). Poleg temperaturnih razmer je pri omenjenih športnih aktivnostih pomemben dejavnik tveganja tudi količina padavin.

Trg z vremenskimi finančnimi instrumenti se je začel razvijati v Združenih državah Amerike v letu 1997. (Considine, str.1) Povod za razvoj le teh je bil pojav El Ninja, ki je povzročil izjemno milo zimo 1997-98. Ta pojav je imel v ameriških medijih zelo visoko publiciteto. Mnoga podjetja, ki so občutila zmanjšanje dobička zaradi nepričakovano mile zime so se odločila, da bodo zajezila sezonsko vremensko tveganje. Prvi so se na trgu pojavili temperaturni vremenski finančni instrumenti, kasneje pa še vremenski finančni instrumentih, katerih vrednost je odvisna od ostalih vremenskih razmer (padavine, vlaga, sončno obsevanje, veter, ...). Trgovanje z vremenskimi finančnimi instrumenti se je iz ZDA preneslo tudi v Evropo, najbolj v Francijo Veliko Britanijo, Skandinavske države in Nemčijo (Ross, 2002, str. 3).

Za trgovanje oziroma zaščito z vremenskimi finančnimi instrumenti se tako v ZDA kot tudi na ostalih razvijajočih se svetovnih trgih najpogosteje odločajo energetska podjetja, zavarovalnice in pozavarovalnice.

Razlike med vremenskimi finančnimi instrumenti in klasičnimi zavarovalnimi pogodbami (Alaton, Djehighe & Stillberger 2002, str. 6):

- Zavarovalne pogodbe nudijo zaščito pred ekstremnimi vremenskimi pojavi, kot so toča, vihar, poplava, pozeba, itd., ne pa tudi zaščite pred dolgotrajnimi spremembami vremenskih razmer, ki niso ekstremne (npr. milo zimo). Le to nudijo vremenski finančni instrumenti.
- Lastnik zavarovalne pogodbe je upravičen do zavarovalnine le, če dokaže, da je izguba njegovega dobička posledica zavarovane nevarnosti. Pri vremenskih finančnih instrumentih pride do izplačila že na podlagi aktualnih vremenskih razmer, ne glede na vpliv na dobiček lastnika vremenskega finančnega instrumenta.
- Na trgu vremenskih finančnih instrumentov lahko skleneta pogodbo dve stranki. Ena bo imela dobiček v primeru mile zime, druga pa v primeru mrzle zime. Z ustrezno pogodbo taki stranki druga drugi zmanjšujeta vremensko tveganje. To na zavarovalniškem trgu ni mogoče.

Namen magistrske naloge je predstaviti različne vremenske finančne instrumente in prikazati njihovo vrednotenje in uporabo.

1.2 Cilj, metode proučevanja in zasnova magistrskega dela

Cilj magistrskega dela je predstaviti vremenske finančne instrumente. Trg z vremenskimi finančnimi instrumenti je najbolj razvit v ZDA. Hitro se razvija tudi v nekaterih evropskih državah, kot so Francija, Velika Britanija, Nemčija in Skandinavija. V Sloveniji je ta trg še popolnoma nerazvit.

Magistrsko delo je razdeljeno na teoretični in računski del. Teoretični del temelji na proučevanju strokovne literature tujih in domačih avtorjev, virov in člankov na področju izvedenih finančnih instrumentov ter na področju vremenskih in podnebnih razmer. Pri tem sem uporabila deskriptivno metodo klasifikacij in komparativno metodo, s katero sem ugotovila razširjenost različnih vrst vremenskih derivatov na posameznih trgih.

Računski del je sestavljen iz modeliranja ustreznega temperaturnega modela na danih podatkih in njegove uporabe pri določanju cen vremenskih derivatov. Predstavljena sta dva načina določanja cen in primerjava rezultatov obeh načinov.

Naloga je sestavljena iz sedmih poglavij. V prvem, uvodnem poglavju je opredeljena problematika naloge in cilji, ki sem jih želela z raziskovanjem doseči. Opredeljena je metoda, ki sem jo uporabila pri raziskovanju in prikazan je strnjen načrt vsebine poglavij.

V drugem poglavju so opisane osnovne oblike izvedenih finančnih instrumentov in načini trgovanja z njimi.

V tretjem poglavju so opisane vremenske in podnebne razmere v Sloveniji in trendi le teh. Opisane so povprečne vremenske razmere, spreminjanje le teh v zadnjih desetletjih in tudi ekstremni vremenski dogodki (suše, poplave, ujme).

Četrto poglavje je namenjeno predstavitvi vremenskih derivatov oziroma vremenskih finančnih instrumentov. Opisan je razvoj trga z vremenskimi derivati in različni tipi vremenskih derivatov in njihova uporaba.

V petem poglavju so opisani načini vrednotenja vremenskih derivatov. Kot osnova za vrednotenje je analitično prikazana izpeljava temperaturnega modela. Narejen je še temperaturni model za Ljubljano na osnovi podatkov o povprečni dnevni temperaturi v obdobju od 1.1.1980 do 31.8.2007.

V sedmem poglavju je prikazan primer vrednotenja vremenskih derivatov na dva načina, analitično in s pomočjo Monte Carlo simulacije. Narejena je tudi primerjava obeh načinov.

V sedmem poglavju so podane sklepne ugotovitve in rezultati izračunov, ki izhajajo iz vsebine magistrskega dela.

2 IZVEDENI FINANČNI INSTRUMENTI

2.1 Osnovna definicija izvedenih finančnih instrumentov

Izvedeni finančni instrumenti so instrumenti, katerih vrednost je odvisna od vrednosti osnovnega instrumenta, na katerega je pisana ali zanj izdana (Hull, 2005, str. 1).

Začetki trgovanja z izvedenimi instrumenti segajo v drugo polovico 19. stoletja, ko so kmetje na čikaški terminski borzi kmetijskih pridelkov uporabljali terminske posle za zaščito cen svojih pridelkov pred prevelikimi sezonskimi nihanji. Trgovanje z izvedenimi finančnimi instrumenti se je začelo leta 1973 na čikaški borzi vrednostnih papirjev. Obsežnejše trgovanje z izvedenimi finančnimi instrumenti se je začelo po preklicu vezave ameriškega dolarja na zlato leta 1974. (Pilipovič Lužar, 2004, str. 8) V zadnjih letih se pomembnost izvedenih finančnih instrumentov na svetovni ravni močno povečuje.

Pri izvedenih finančnih instrumentih prve generacije (terminski posli, opcije, zamenjave in standardizirane terminske pogodbe) je osnova cena na promptnem trgu, pri izvedenih finančnih instrumentih druge generacije pa so osnova izvedeni finančni instrumenti prve generacije. Poleg tega nastajajo vedno novi – morda finančni instrumenti naslednjih generacij (Ribnikar, 1996, str. 53).

2.1.1 Osnovne oblike izvedenih finančnih instrumentov

Izvedeni finančni instrumenti so po Zakonu o trgu finančnih instrumentov (ZTFI), (UL RS, št. 67/2007, 100/2007):

1. opcije, terminske pogodbe, posli zamenjave in drugi izvedeni posli v zvezi z vrednostnimi papirji, valutami, obrestnimi merami ali donosi kot osnovnimi instrumenti ali drugi izvedeni finančni instrumenti, finančni indeksi ali druga

finančna merila, ki jih je mogoče poravnati bodisi s prenosom osnovnega instrumenta bodisi z denarnim plačilom,

2. opcije, terminske pogodbe, menjalni posli in drugi izvedeni posli v zvezi z blagom kot osnovnim instrumentom, ki:
 - bodisi morajo biti poravnani z denarnim plačilom
 - bodisi so lahko poravnani z denarnim plačilom po izbiri ene od strank (razen zaradi neizpolnitve obveznosti druge pogodbene stranke ali drugega razloga za prenehanje pogodbe),
3. opcije, terminske pogodbe, posli zamenjave in drugi izvedeni posli v zvezi z blagom kot osnovnim instrumentom, ki se lahko poravnajo s prenosom osnovnega instrumenta (blaga), pod pogojem, da se z njimi trguje na organiziranem trgu oziroma v večstranskem sistemu trgovanja (v nadaljnjem besedilu: MTF),
4. opcije, terminske pogodbe, menjalni posli in drugi izvedeni posli v zvezi z blagom kot osnovnim instrumentom:
 - ki se lahko poravnajo fizično,
 - ki nimajo komercialnih namenov in
 - ki imajo značilnosti drugih izvedenih finančnih instrumentov, zlasti ob upoštevanju, da se obračunavajo in poravnavajo prek priznanih klirinških družb ali pa je treba v zvezi z njimi zagotavljati zahtevano (dnevno) kritje,
5. izvedeni finančni instrumenti za prenos kreditnega tveganja,
6. finančne pogodbe na razlike,
7. terminske pogodbe, menjalni posli in drugi izvedeni posli v zvezi s spremenljivkami ozračja, prevoznimi stroški, emisijskimi pravicami ali stopnjami inflacije ali drugi uradni ekonomskimi statističnimi podatki, ki:
 - bodisi morajo biti poravnani z denarnim plačilom
 - bodisi so lahko poravnani z denarnim plačilom po izbiri ene od strank (razen zaradi neizpolnitve obveznosti druge pogodbene stranke ali drugega razloga za prenehanje pogodbe),

8. kateri koli drug izveden posel v zvezi s premoženjem, pravicami, obveznostmi, indeksi in ukrepi, ki ima značilnosti drugih izvedenih finančnih instrumentov, zlasti ob upoštevanju,
- ali se z njimi trguje na organiziranem trgu oziroma v MTF in
 - ali se obračunavajo in poravnava preko priznanih klirinških družb ali je treba v zvezi z njimi zagotavljati zahtevano (dnevno) kritje.

Trgovanje z izvedenimi finančnimi instrumenti je pogojeno s spremembami cen osnovnega instrumenta. V primeru absolutne nesprejemljivosti promptne cene ni mogoče trgovati z izvedenimi finančnimi instrumenti. Obstajati mora dovolj velik in likviden prompten trg z osnovnimi instrumenti, da je mogoče z njimi tudi terminsko trgovati (Doles, 2004, str. 1).

Izvedeni finančni instrumenti se delijo na *standardizirane* in *nestandardizirane*. S standardiziranimi finančnimi instrumenti se trguje na organiziranih borznih trgih, z nestandardiziranimi pa se trguje preko okenc (»over-the-counter«). Ti so bolj prilagojeni potrebam strank (»tailor-made«). Na organiziranih trgih se najpogosteje trguje z opcijami in terminskimi pogodbami, na neorganiziranih pa z zamenjavami in terminskimi posli, pa tudi z opcijami (Kim & Kim, 1996, str.139).

Izvedeni finančni instrumenti se uporabljajo predvsem za zavarovanje ali zaščito pred različnimi tveganji (npr. spremembo cene osnovnega instrumenta). Lahko se uporabljajo se tudi v špekulativne namene in za arbitražne posle (Bajuk, 2005, str.13).

Najizčrpnjšo raziskavo o uporabi izvedenih finančnih instrumentov v nefinančnih podjetjih so opravili Söhnke Bartram (Lancaster University), Gregory Brown (University of North Carolina), in Frank Fehle (Barclays Global Investors). Opazovali so 7.300 podjetij iz 48 držav. Pregledali so letna poročila za leti 2000 in 2001. Ugotovili so, da je kar 60 odstotkov podjetij uporabljalo izvedene finančne instrumente. Podjetja so najpogosteje uporabljala valutne izvedene finančne instrumente (44 odstotkov podjetij), sledili so finančni instrumenti na osnovi obrestnih mer (33 odstotkov podjetij) in blagovni izvedeni instrumenti (10 odstotkov podjetij). Terminalske pogodbe in zamenjave so bile uporabljene pogosteje kot opcije (Stulz 2006, str. 8).

2.2 Opcije

Opcija je izvedeni finančni instrument, ki daje kupcu možnost, ne pa tudi obveznosti, da kupi ali proda določen osnovni instrument po vnaprej določeni pogodbeni ceni na dogovorjen dan dospelja oziroma pred njim (Das, str.46).

Vsaka opcijska pogodba ima:

- osnovo v enem od finančnih instrumentov, vrsti blaga ali v statističnih podatkih od katerih je odvisna njena cena,
- pred nakupom znano izklicno ceno (ceno, po kateri ima kupec pravico kupiti ali prodati osnovni instrument),
- premijo (ceno opcijske pogodbe, s katero si kupec pridobi pravico do nakupa ali prodaje osnovnega instrumenta),
- rok trajanja (Understanding Options Trading, str. 6).

Kupec opcije ima pravico, ne pa tudi obveznosti, da kupi ali proda osnovni instrument po vnaprej določeni ceni. Po drugi strani je prodajalec opcije dolžan izpolniti pogodbene obveznosti, če to od njega zahteva kupec. Cena za prilagodljivost, ki jo ima kupec, je premija, ki jo je dolžan plačati prodajalcu.

Cena opcije je odvisna od več dejavnikov (Lenarčič, 2002, str.9):

- od trenutne cene osnovnega instrumenta v primerjavi z izvršilno ceno,
- od izvršilne cene,
- od datuma zapadlosti opcije,
- od nestanovitnosti tržne cene osnovnega instrumenta in
- od kratkoročne netvegane obrestne mere med življenjsko dobo opcije.

Opcije delimo na *nakupne* (call option) in *prodajne* (put option). Nakupna opcija daje kupcu pravico, ne pa tudi obveznosti, da kupi osnovni instrument po pogodbeni ceni, prodajna opcija pa daje kupcu pravico, ne pa tudi obveznosti, da proda osnovni instrument po pogodbeni ceni.

Glede na datum izvršitve delimo opcije na *evropske* in *ameriške* opcije. Evropske opcije omogočajo nakup oziroma prodajo osnovnega instrumenta na točno določen dan v prihodnosti. Ameriške opcije omogočajo nakup oziroma prodajo osnovnega instrumenta kadarkoli, do datuma, določenega s pogodbo.

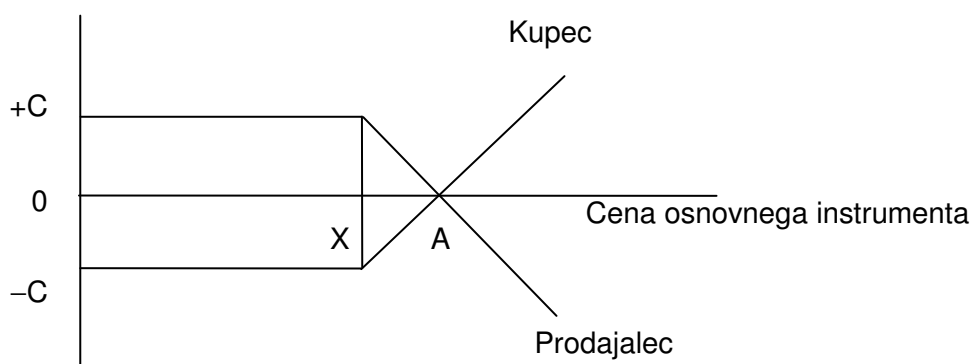
2.2.1 Uporaba opcij

Opcije kupcu zagotavljajo zaščito pred neugodnimi spremembami v ekonomskem okolju po drugi strani pa omogočajo ustvarjanje neomejenega dobička ob ugodnih spremembah (Kotlica, 2007, str. 6). Opcije omogočajo zaščito pred tveganji oziroma prenos tveganja, zmanjšujejo nestanovitnost cen osnovnih instrumentov, omogočajo odkrivanje cene v prihodnosti, omogočajo jasno, pošteno, likvidno, varno in stroškovno učinkovito trgovanje (Bajuk et al., 2004, str. 1). So učinkovit instrument zavarovanja osnovnega premoženja pred spremembami tržne cene. Za zavarovanje pred porastom tržne cene se uporablja **nakupna opcija**. Po drugi strani izdajatelju opcije le-ta omogoča pridobitev koristi, če tržna cena osnovnega instrumenta pade. Obratno pa velja za **prodajno opcijo**, ki se uporablja za zavarovanje pred padcem tržne cene premoženja. Izdajatelju te opcije le-ta omogoča pridobitev koristi, če tržna vrednost premoženja naraste.

Opcije ponujajo zelo širok spekter uporabe. Štirje osnovni in najenostavnejši načini uporabe so:

- nakup nakupne opcije,
- prodaja nakupne opcije,
- nakup prodajne opcije in
- prodaja prodajne opcije.

Slika 1: *Diagram dobička/izgube kupca in prodajalca nakupne opcije*



C – premija za nakupno opcijo

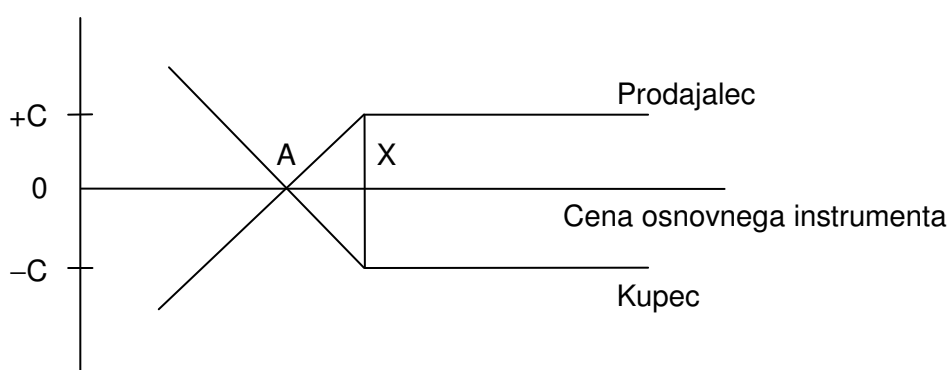
X – izvršilna cena opcije

A – prag rentabilnosti

Vir: Kidwell, Peterson & Blackwel, 1997, str 351.

Kupec evropske nakupne opcije ima pravico, da na dan zapadlosti opcije kupi osnovni instrument po vnaprej določeni ceni X . Za to opcijo plača ceno C . Cena opcije je največja možna izguba kupca opcije, ki nastane, če ne pride do izvršitve opcije. Možni dobiček kupca je enak razliki med tržno ceno in izvršilno ceno na dan zapadlosti, zmanjšani za plačano premijo. Obratno velja za prodajalca nakupne opcije. Njegov dobiček je največ enak višini premije, v primeru, da opcija ni bila izvršena. Izguba prodajalca pa je enaka razliki med tržno ceno in izvršilno ceno na dan zapadlosti, zmanjšani za višino premije (Slika 1).

Slika 2: *Diagram dobička/izgube kupca in prodajalca prodajne opcije.*



C – premija za prodajno opcijo

X – izvršilna cena opcije

A – prag rentabilnosti

Vir: Kidwell, Peterson & Blackwel, 1997, str 351.

Kupec evropske prodajne opcije ima pravico, da na dan zapadlosti opcije proda osnovni instrument po vnaprej določeni ceni X . Za to opcijo plača ceno C . Kupec opcije ima izgubo v primeru, da do izvršitve opcije ne pride. V tem primeru je izguba kupca enaka premiji oziroma ceni, ki jo je plačal za opcijo. Možni dobiček kupca je enak razliki med izvršilno ceno na dan zapadlosti in tržno ceno, zmanjšani za plačano premijo. Obratno velja za prodajalca nakupne opcije. Njegov dobiček je največ enak višini premije, v primeru, da opcija ni bila izvršena. Izguba prodajalca pa je enaka razliki med izvršilno ceno na dan zapadlosti in tržno ceno, zmanjšani za višino premije (Slika 2).

2.2.2 Slovenski trg opcij

Ljubljanska borza je v maju 1991 prvič uvedla trgovanje z opcijami. Trgovalo se je z opcijami na najbolj likviden dolžniški finančni osnovni instrument - Republiško obveznico druge emisije, nekoliko kasneje pa na delnico Lesnine, Rogaške in SKB banke. Poskusno trgovanje z opcijami v Sloveniji ni trajalo dolgo. Po oktobru 1992 ni bilo več organiziranega trgovanja z izvedenimi finančnimi instrumenti na vrednostne papirje. Bilo je le nekaj poslov z izvedenimi instrumenti na valute na domačem in deviznem trgu (Veselinovič, 1998, str.293).

Nekatere banke ponujajo svojim komitentom valutne opcije. Pri tem gre za posredovanje pri prodaji opcij, ki jih banke, ki poslujejo v Sloveniji kupijo pri tujih bankah oziroma materah in jih prodajo svojim komitentom. Nekatere slovenske banke uporabljajo valutne opcije tudi za zaščito svojih pozicij (Doles, 2004 str. 14). Uporaba opcij v Sloveniji je močno pod povprečjem uporabe le-teh v razvitih finančnih sistemih (Doles, 2005, str. 50).

2.3 Terminalske pogodbe

Terminalske pogodbe (Futures Contracts) so sporazumi o nakupu oziroma prodaji standardne količine in kakovosti nekega natančno opisanega sredstva na določen, standardiziran dan v prihodnosti, dobavljenega na določeno mesto po ceni, določeni v sedanosti. S terminalskimi pogodbami se trguje izključno na borzah (Winstone, 1995, str.59).

Terminalske pogodbe so običajno standardizirane. Standardizacija zajema poimenovanje blaga ali finančnega instrumenta kot predmeta pogodbe, količino, dospetje, kvaliteto blaga, kraj in čas dobave in način prenehanja pogodbe. Prednost standardizacije je v zmanjšanju transakcijskih stroškov trgovanja. Kupcu in prodajalcu se tako ni potrebno pogajati o posameznih elementih pogodbe, ampak se dogovorita le o ceni posamezne terminalske pogodbe. Standardizacija tudi omogoča večjo likvidnost trga s terminalskimi pogodbami.

Poznamo finančne terminalske pogodbe med katere uvrščamo valutne terminalske pogodbe, terminalske pogodbe na obrestne mere in terminalske pogodbe na borzne indekse ter blagovne terminalske pogodbe, kamor uvrščamo terminalske pogodbe na kmetijske proizvode, kovine in minerale, električno energijo in živino (Bodie, Kane & Marcus, 1996, str. 686).

Sprva se je terminsko trgovalo le s kmetijskimi proizvodi. Ti so prišli na borzo takoj po žetvi oziroma pobiranju pridelkov. Kasneje se je začelo terminsko trgovati tudi z drugimi vrstami blaga (kovine, nafta, ...) in tudi s finančnimi instrumenti (Markoja, 2003, str. 6).

Glavna razlika med terminsko pogodbo in opcijo je v možnosti izvršitve pogodbe. Pri terminski pogodbi je izvršitev obvezna, za razliko od opcije, kjer ima kupec pravico, ne pa tudi obveznosti do izvršitve.

Terminska pogodba postane veljavna, ko je registrirana pri klirinški hiši. Preko klirinške hiše potekajo poravnave med strankami. Kreditno tveganje, kateremu so izpostavljeni kupci in prodajalci terminskih pogodb, se tako pomembno zmanjša (Mörec, 2008, str 370).

V začetku leta 1995 je bila ustanovljena Blagovna borza Ljubljana (BBL), v začetku leta 1996 pa je začela poslovati Terminalska borza Ljubljana. Borzi sta si med seboj močno konkurirali in si poskušali izboriti čim večji tržni delež. Bitka je bila za obe instituciji stroškovno zelo obremenjujoča. Zaradi nerentabilnosti je bil projekt Terminalske borze zamrznjen že konec leta 1996. V letu 1996, še hitreje pa v letu 1997 je začel obseg trgovanja na BBL upadati in ni bil več zadosten za pokrivanje stroškov zelo drage infrastrukture borze. Septembra 1997 je bila na BBL blokirana poravnava (zaustavitev izplačila kritij), decembra 1997 pa je bil uveden stečaj. V letu 1998 je začela poslovati Mednarodna borza za opsijske in terminske pogodbe Ljubljana (MBOT). Trgovanje in obračun sta potekala elektronsko preko Interneta, na sistemu domače izdelave. Vendar pa je zaradi zakonskih omejitev ta borza prenehala delovati junija 2000.

2.4 Terminski posli

Terminski posel (Forward contract) predstavlja najosnovnejšo in najstarejšo obliko terminskega poslovanja. Gre za konkreten dogovor med strankama o prodaji oziroma nakupu določene vrste blaga po ceni, določeni na dan dogovora in z dostavo opredeljeno v času dan dogovora. Pogodbe o terminskih poslih niso standardizirane in se z njimi običajno ne trguje na organiziranih trgih. Terminski posli so namenjeni predvsem izravnavanju tveganj.

Prednost terminskega posla v primerjavi z drugimi oblikami izvedenih finančnih instrumentov je v njegovi prilagodljivosti potrebam posamezne stranke, ki se skuša zavarovati pred določenim tveganjem (Kimball, 1996, str. 625).

Glavna slabost terminskega posla je njegova nelikvidnost na sekundarnem trgu. Nezanemarljivi so tudi visoki transakcijski stroški, povezani s sklepanjem posla, prilagojenega potrebam posameznika. Pomembna slabost je tudi visoko tveganje, da katera od strank ne bo izpolnila svoje obveznosti, saj gre za dogovarjanje mimo borznih institucij in lahko pogodbene stranke popustijo želji po neizpolnitvi pogodbenih obveznosti, če nastopijo za njih neustrezne okoliščine (Mrak, 2002, str. 133).

Valutni terminski posel je na primer dogovor med podjetjem in banko o nakupu ali prodaji tuje valute po tečaju določenem v času sklenitve posla in z dejansko dobavo tuje valute na določen dan v prihodnosti. Izvoznik se lahko zavaruje pred padcem tuje valute tako, da terminsko proda bodoče prilive v tuji valuti, uvoznik pa se pred dvigom tuje valute zavaruje s terminskim nakupom tuje valute.

2.5 Zamenjave

Zamenjava (swap) je dogovor med dvema strankama o izmenjavi denarnih tokov v prihodnosti (Lueneberger, 1998, str 273). Osnovni obliki sta obrestna in valutna zamenjava.

Pri obrestni zamenjavi gre za dogovor med strankama o zamenjavi obveznosti iz naslova obresti, kjer ima ena od strank obveznosti z variabilno, druga pa s fiksno obrestno mero.

Pri valutni zamenjavi gre za zavezujoč dogovor o izmenjavi valutnih tokov dveh različnih valut po vnaprej dogovorjenih pogojih zamenjave. Gre za kombinacijo promptnega in terminskega posla, pri čemer je terminski posel enako velik, vendar ravno nasproten promptnemu poslu. Promptni in terminski tečaj sta dogovorjena v času sklenitve posla. Kotacija valutne zamenjave običajno zajema nakupni in prodajni promptni tečaj ter nakupne in prodajne točke razpona. Valutna zamenjava torej omogoča dejansko dobavo osnovne valute tako na dan dospetja promptne, kot tudi na dan dospetja terminske transakcije (Slak, 2005, str. 87). Valutne zamenjave neposredno med podjetji so redke. Tipična valutna zamenjava je posel, pri katerem je vsaj ena od strank banka.

Valutne zamenjave v Sloveniji uporabljajo predvsem banke. Z valutnimi zamenjavami skrbijo za uravnavanje razmerja med likvidnostjo v domači in tuji valuti. Če ima banka slabo likvidnost v domači valuti (EUR) in dobro likvidnost v tuji valuti, lahko naredi zamenjavo med evri in tujo valuto (Bajuk, 2005, str. 33).

3 TRENDI VREMENSKIH RAZMER V SLOVENIJI

3.1 Podnebje v Sloveniji

Podnebje je pojem, ki obsega vse vremenske pojave na nekem področju. Podnebje ni odvisno samo od dogodkov v atmosferi ampak od medsebojnega vpliva vseh okoliščin (sestava in poraščenost tal, vlaga in pritisk zraka, bližina morja, nadmorska višina, vetrovnost, sevanje sonca,...).

Podnebje v Sloveniji je zelo raznoliko. Nanj vpliva geografska lega Slovenije, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja. Prepletajo se trije prevladujoči tipi podnebja: zmerno celinsko podnebje (vzhodna Slovenija), subalpsko in v gorskem svetu alpsko podnebje (osrednja Slovenija) in submediteransko podnebje (zahodno od Dinarsko-Alpske pregrade). V nadaljevanju bodo opisane vremenske razmere v obdobju tridesetih let, med letoma 1971 in 2000.

3.1.1 Podnebne spremembe

Podnebne spremembe imajo pomemben vpliv na različne gospodarske panoge, med drugim tudi na zavarovalništvo. Predstavljajo povečano operativno zunanje tveganje. Ocenjujejo, da je kar 40 odstotkov vseh premoženjskih škod povezanih z vremenom (Kajfež Bogataj, 2008, str.137). Na zavarovalništvo bo vplivala vedno večja pogostnost in manjša predvidljivost ekstremnih vremenskih dogodkov, saj se s tem povečuje negotovost, ki pa povečuje povpraševanje po zavarovanju pred nepredvidenimi vremenskimi pojavi. Poleg tega bodo imele vpliv na zavarovalništvo tudi spremenjene vremenske razmere v daljših časovnih obdobjih (mile zime, daljša sušna obdobja, ...), saj tudi te povečujejo negotovost.

Zemeljsko ozračje se v zadnjih desetletjih opazno segreva. Posledice segrevanja se kažejo kot podnebne spremembe, ki so opazne tudi v Sloveniji. Najbolj nazoren dokaz segrevanja ozračja je krčenje gorskih ledenikov. Na podnebne spremembe nas opozarjajo vedno pogostejše vremenske ujme. Ekstremni vremenski dogodki so bili tudi v preteklosti. Podnebje se je v preteklosti spreminjalo zaradi naravnih vzrokov, vendar so bile te spremembe dovolj počasne, da so omogočale postopno prilagoditev naravnih procesov na nove razmere.

Obstajajo dokazi, da glavnino sprememb v zadnjih desetletjih lahko pripišemo človekovemu delovanju in posegu v naravo. Predvsem s porabo fosilnih goriv prispevamo k naraščanju koncentracije toplogrednih plinov predvsem CO₂ v

ozračju, ki po dosedanjih spoznanjih povzroča največje segrevanje ozračja. Toplogredni plini sončevemu kratkovalovnemu sevanju večinoma dopuščajo vstop v ozračje in vpijejo del izhajajočega dolgovalovnega sevanja. Tako segrevajo zrak. Zmerna količina toplogrednih plinov v ozračju je nujno potrebna, saj bi bila brez njih temperatura na površini planeta le okoli -18°C (Gore, 2007, str. 28). Sodobni ljudje v zrak spuščamo preveč toplogrednih plinov, zato se je v minulem stoletju povprečna temperatura zemeljskega površja dvignila za $0,6^{\circ}\text{C}$. Glavnina tega porasta se je zgodila v zadnjih 25 letih.

Podnebje in njegova vsakodnevna pojavna oblika – vreme nam vedno znova dokazujeta, da sodobna družba z moderno tehnologijo še zdaleč ni tako neranljiva, kot si radi predstavljamo in kot bi si želeli. Tudi Slovenija v tem pogledu ni izjema. Prizadele so nas katastrofalne suše, toča, poplave, plazenje razmočene prsti, vročinski valovi, močan veter, ki je občasno dosegel rušilno moč. Vse pogostejše zelene zime so že močno prizadele nekatere športno-turistične dejavnosti.

Podnebne spremembe se že, še bolj pa se bodo, posredno ali neposredno odražale na vseh področjih našega življenja. Posredno ali neposredno bodo vplivale na različne gospodarske panoge. Mnoge posledice spreminjanja podnebja so še neraziskane, saj ne poznamo vseh povezav med posameznimi učinki. Narava kljub razvoju znanosti še vedno rada preseneča, zato bodo posledice odvisne tudi od sposobnosti prilagajanja družbe, podjetji in posameznikov. Sposobnost prilagajanja bo poleg izpostavljenosti določala posledice podnebnih sprememb (Podnebne razmere v Sloveniji (Obdobje 1971-2000)).

Znanstveniki, zbrani pod okriljem Medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC), do leta 2100 predvidevajo dvig temperature zemeljskega površja za $1,4$ do $5,8^{\circ}\text{C}$. Dvig temperature bo povzročil topljenje polarnega ledu, zato naj bi se gladina morja konca stoletja dvignila za devet do osemindeset centimetrov. Neurja in poplave bodo povzročale vse več škode.

Spremenjene podnebne razmere bodo vplivale tudi na zdravje ljudi. Z otoplitvijo ozračja pričakujejo povečanje toplotne obremenitve, pogostejši in bolj izraziti bodo vročinski valovi. Spremenjene podnebne razmere bodo vplivale na razširjenost bolezni, ki se prenašajo prek vode, hrane in z žuželkami. Zdravje ljudi lahko posredno ogroža vpliv podnebnih razmer na razpoložljivost pitne vode in pridelavo hrane ter na onesnaženost zraka. Zmanjševanje ledenikov in arktičnega ledu posledično vpliva na zmanjševanje življenjskega prostora in tudi kmetijsko predelovalnih površin (Pungračič, 2008, str. 188).

Spremembe prevladujočih splošnih zračnih tokov bi lahko povzročile spremembo temperature in padavinskega režima. Večina napovedi predvideva v Sredozemlju in s tem seveda tudi pri nas vse bolj sušna poletja. Značilen primer ekstremnih razmer, ki so vztrajale več mesecev, je bilo poletje 2003 v zahodni in srednji Evropi. Po nekaterih ocenah naj bi bilo tipično poletje sredi tega stoletja podobno do sedaj izjemno vročemu poletju 2003.

Posledice globalnega segrevanja ozračja bodo v prihodnje občutile vse države sveta. Slovenija pri tem ni nikakršna izjema. Da bi se izognili katastrofalnim posledicam podnebnih razmer, bi bilo v prvi vrsti potrebno zmanjšati emisije toplogrednih plinov.

Kjotski protokol je mednarodni sporazum, ki skuša zmanjšati emisije toplogrednih plinov v ozračje. Sprejelo ga je 141 držav sveta, med njimi tudi Slovenija z objavo Zakona o ratifikaciji kjotskega protokola k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (MKPOKSP) v Uradnem listu RS, št. 60/2002. Veljati je začel leta 2005. Žal so sodelovanje pri Kjotskem protokolu zavrnila Združene države Amerike in Avstralija. Emisije toplogrednih plinov držav, ki so sporazum ratificirale, predstavljajo 61% vseh svetovnih emisij. V prvem obdobju od leta 2008 do 2012 bodo države podpisnice skušale emisije toplogrednih plinov zmanjšati za najmanj pet odstotkov glede na leto 1990 (Podnebne spremembe, 2005, str. 13).

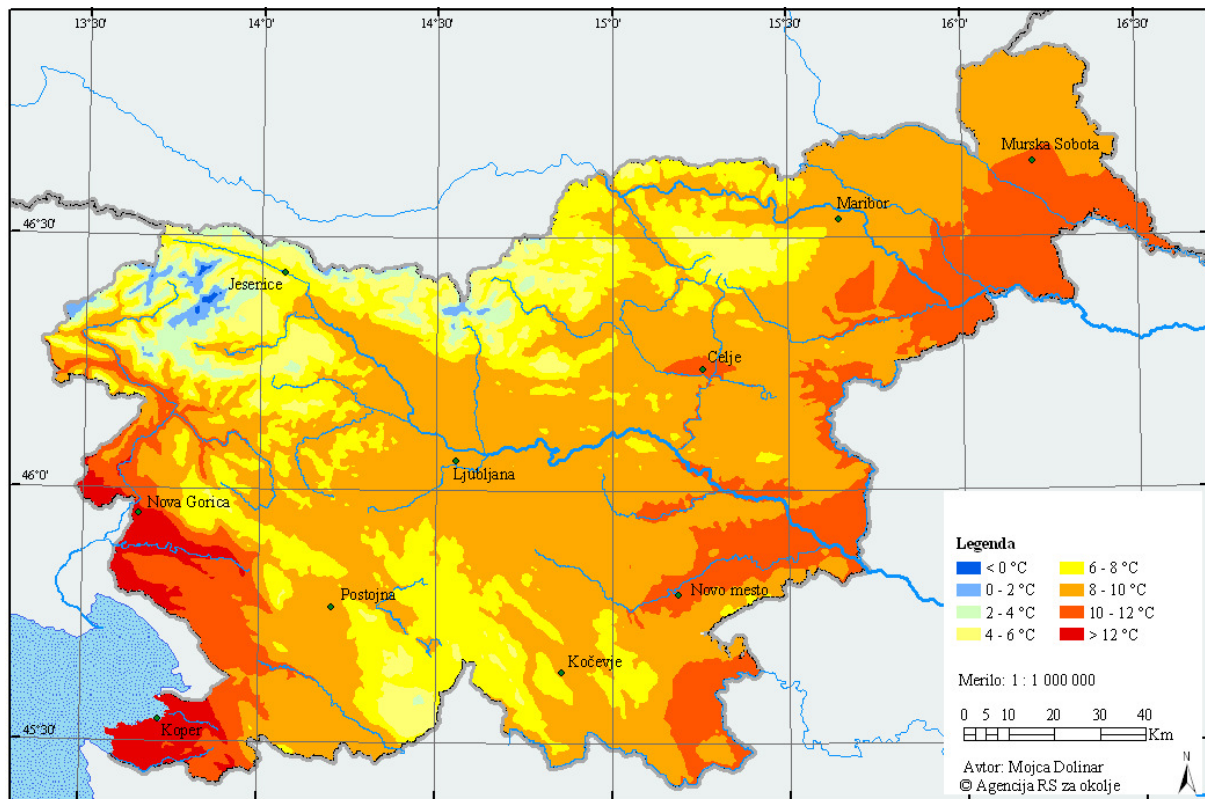
Države članice Evropske unije želijo, da bi se sklenili nov svetovni sporazum o spopadanju s podnebnimi spremembami, ki bi začel veljati leta 2012, ko bodo prenehale veljati kjotske obveznosti.

3.2 Temperatura

Na temperaturne razmere v Sloveniji vpliva tip podnebja na določenem območju in relief (nadmorska višina, nagib in izpostavljenost terena). Z nadmorsko višino temperatura običajno pada. Povprečna letna temperatura se na vsakih 1000 m spusti za 5,3°C.

V Sloveniji je povprečna letna temperatura najvišja ob morski obali, v Vipavski dolini in v Goriških Brdih. Tam povprečna letna temperatura preseže 12°C. Toplo (od 10°C do 12°C) je tudi v ostalih delih primorske regije in v nižinah vzhodne Slovenije. V nižjih predelih osrednje Slovenije je povprečna letna temperatura med 8°C in 10°C. Najhladneje je v gorah, na najvišjih vrhovih, kjer povprečna letna temperatura ne preseže 0°C.

Slika 3: *Povprečna letna temperatura zraka v obdobju 1971-2000.*

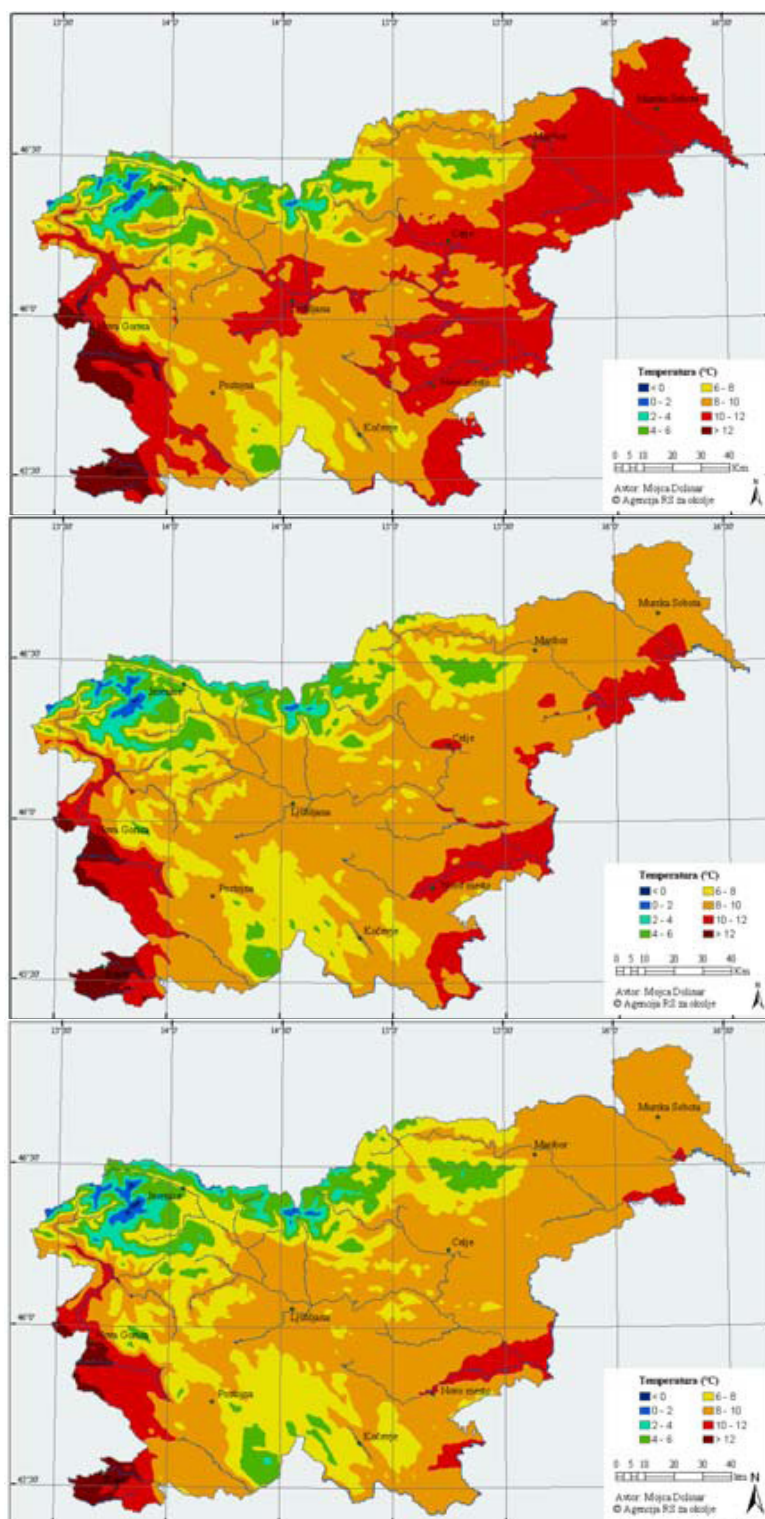


Vir: Povprečna letna temperatura zraka

V celi Sloveniji je najtoplejši mesec običajno julij, izjema je le visokogorje, kjer je najtopleje običajno avgusta. Najhladnejši mesec je januar, v visokogorju pa običajno februar. Največje dnevne in sezonske razlike v temperaturi so značilne za severovzhodni del države, kjer prevladuje celinsko podnebje. Najmanjše temperaturne razlike so na Primorskem, zaradi vpliva morja, in v visokogorju, kjer smo že zelo blizu prosti atmosferi.

Povprečna letna temperatura zraka in tal se v vsej Sloveniji zvišujeta. Tudi najvišje in najnižje dnevne temperature zraka se iz leta v leto zvišujejo. Absolutna najvišja temperatura zraka je vsako leto višja, še zlasti pa to velja za absolutno najnižjo temperaturo. Manj je zelo hladnih dni, ko temperatura cel dan ostane pod lediščem in vse več vročih dni, ko temperatura cel dan ne pade pod 25°C. Poleti se posledično podaljšuje trajanje vročinskih valov (Kajfež Bogataj, b.l., str. 1).

Slika 4: Povprečna letna tem. zraka za obdobje 1971-1980, 1981-1990 in 1991-2000.



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

Največja rast povprečne temperature je bila v Ljubljani, kjer se je v tridesetih letih v povprečju dvignila kar za 1,7 °C. V Ljubljani na dvig povprečne temperature poleg globalnega segrevanja vpliva tudi vse večja urbanizacija območja. Najmanjša rast povprečne temperature je bila na Primorskem (okoli 1 °C), kjer spremembe blaži bližina morja. Drugje po Sloveniji so spremembe približno enake, okoli 1.5 °C v 30 letih. K povečevanju temperature najbolj prispeva dvig povprečne temperature poleti, medtem ko v nižinah pozimi ni opaziti značilnih temperaturnih sprememb, v visokogorju pa ni značilnega porasta temperature jeseni.

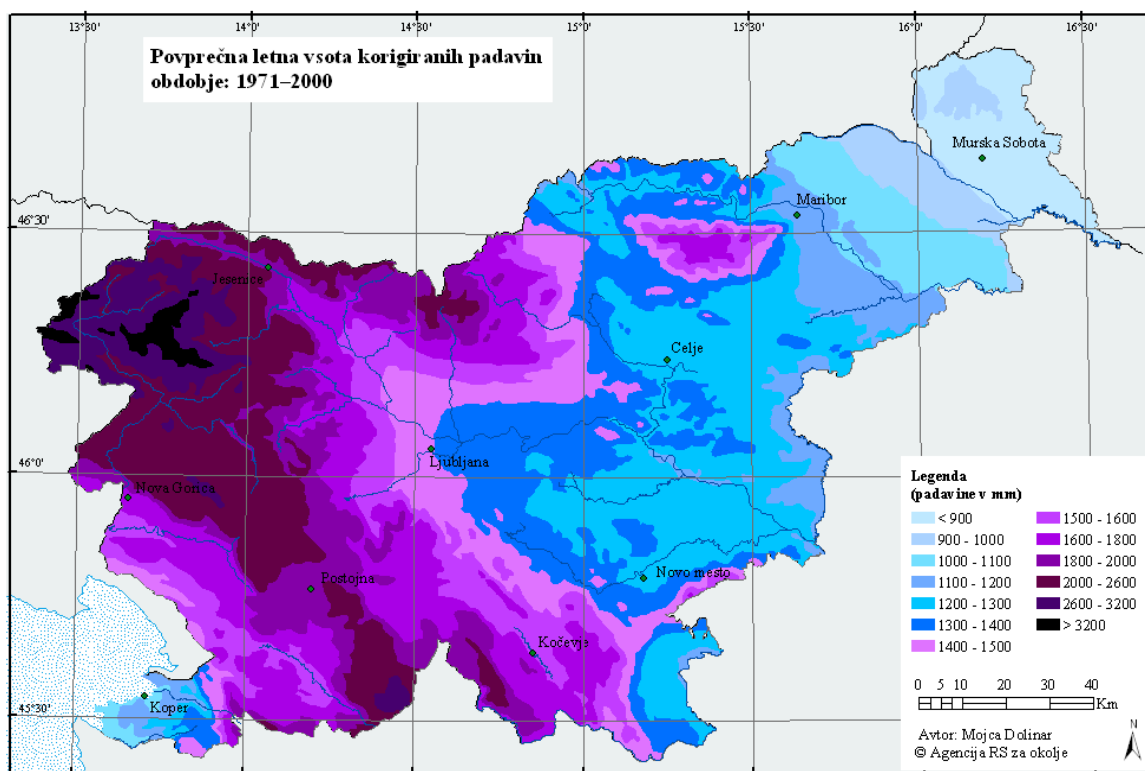
3.3 Padavine

V Sloveniji največ padavin pade, ko se vlažne in relativno tople zračne mase preko države pomikajo z jugozahodnimi vetrovi. Smer premikanja zračnih mas je pravokotna na orografske pregrade, zato se ob njih zračne mase dvigajo. Tedaj se zrak ohlaja in iz njega se izločijo padavine. Največ letnih padavin pade v Julijskih Alpah, (nad 3200 mm padavin letno). To območje spada med najbolj namočena območja v Alpah in celi Evropi. Veliko padavin se pojavlja tudi v Kamniško-Savinjskih Alpah.

Relief je v Sloveniji močno razgiban. S tem je povezana prostorska porazdelitev padavin. Zaradi orografskega učinka se v Sloveniji količina padavin povečuje od morja proti notranjosti. Maksimum doseže na Dinarsko-Alpski pregradi. Za pregrado se proti severovzhodu države količina padavin hitro zmanjšuje. Na severovzhodu (v Prekmurju) se močno čuti vpliv celinskega podnebja. Tam letna količina padavin ne preseže 900 mm. Letna količina padavin se ob obali giblje med 1100 in 1200 mm. Prostorsko razdelitev padavin v Sloveniji prikazuje Slika 5.

V Sloveniji ni izrazito suhega ali mokrega dela leta, kljub temu pa so med meseci oziroma letnimi časi razlike. Za submediteransko podnebje sta značilna padavinska maksimuma – eden konec pomladi in drugi jeseni. V krajih, kjer prevladuje alpsko podnebje največ padavin pade jeseni, nekoliko manj izrazit maksimum je pozno pomladi in v začetku poletja. Na vzhodu države, kjer prevladuje celinsko podnebje, največ padavin pade med poletnimi plogami in nevihtami. Na tem območju so zimski meseci najbolj suhi.

Slika 5: Povprečna letna vsota padavin za obdobje 1971-2000.

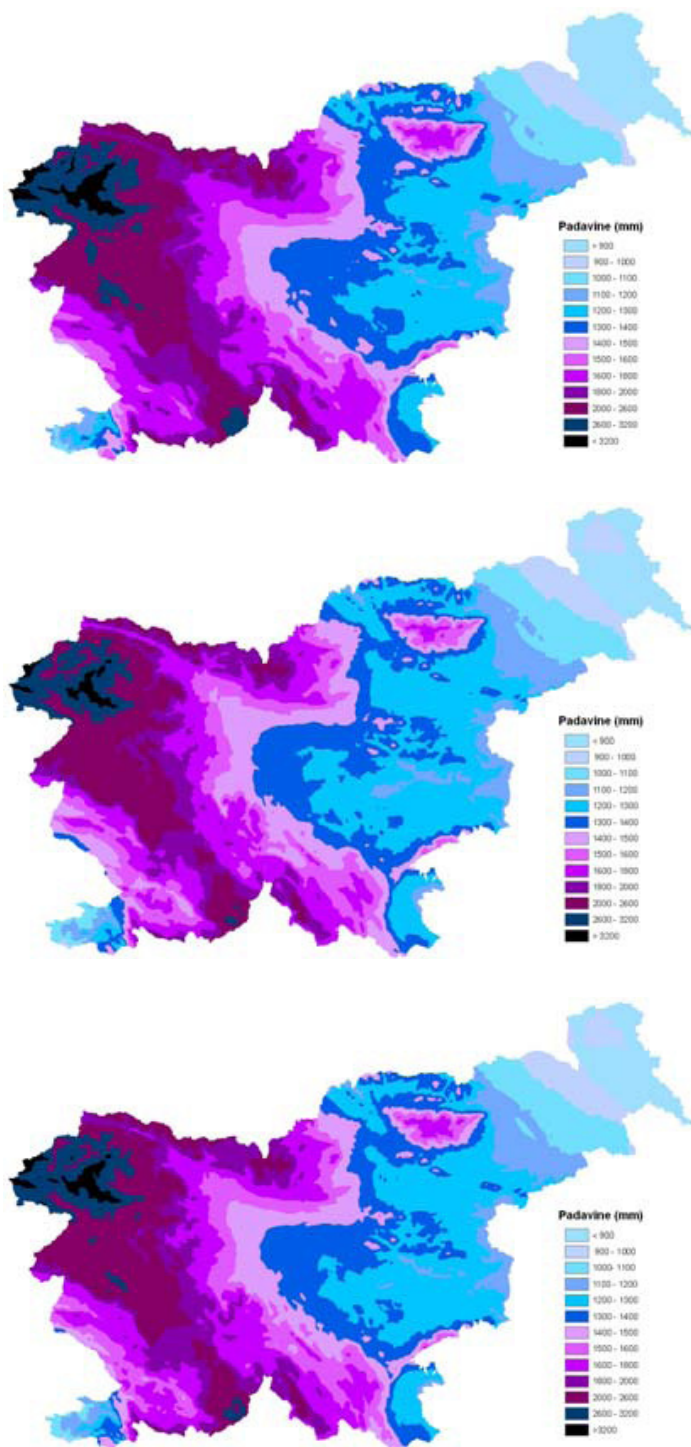


Vir: Povprečna letna vsota korigiranih padavin

Količina padavin se v Sloveniji iz leta v leto lahko močno spreminja. Tudi obdobje od leta 1971 do 2000 zajema tako sušna, kot izrazito mokra leta. Po vsej državi sta bili izredno sušni leti 1971 in 1983, izjemno mokro pa je bilo leto 1979. Posamezna desetletja znotraj opazovanega obdobja se med seboj le malo razlikujejo, kar prikazuje Slika 6.

Ob globalnih podnebnih spremembah se sicer predvidevajo tudi spremembe v količini padavin, vendar pa te na letnem nivoju niso tako očitne. Spremembe so opaznejše, če gledamo količino padavin v posameznih letnih časih. Količina padavin se v opazovanem obdobju povečuje v jesenskih mesecih, v ostalih mesecih pa se količina padavin zmanjšuje.

Slika 6: *Povprečne letne količine padavin za obdobje a) 1971-1980, b) 1981-1990 in c) 1991-2000.*



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

3.3.1 Ekstremni padavinski dogodki

Obilne padavine so v Sloveniji pogost pojav. Posledice obilnih padavin so odvisne od kraja, kjer so padale in od njihovega trajanja. Dolgotrajno deževje, ki ni nujno zelo močno, vendar se lahko s krajšimi presledki raztegne na več dni, mesec ali celo dva, običajno povzroči močan porast vodotokov in posledično poplave. Zaradi velike namočenosti se ob takih dogodkih prožijo zemeljski plazovi. Najbolj značilen tak dogodek je bil plaz v Logu pod Mangartom novembra 2000, ki je bil posledica dvomesečnih obilnih padavin. Posledica kratkotrajnih zelo intenzivnih padavin so hudourniške poplave. Tudi ob kratkotrajnih nalivih deroča voda proži zemeljske plazove, običajno manjših razsežnosti (Dolinar, 2006, str. 1).

Močna ujma s katastrofalnimi poplavami je Slovenijo prizadela 18. septembra 2007. Vzrok za nenavadno močne padavine je bila kombinacija posebne sinoptične situacije in orografskih efektov. Glavni vzroki za obilne padavine so bili:

- razgibanost terena,
- stalen dotok vlažnega zraka od jugozahoda,
- močna nestabilnost ozračja,
- striženje vetra v plasti od tal do 6 km višine,

V takih pogojih so nastajale močne nevihte, ki so na istem območju vztrajale dlje časa. V nekaj urah je v obliki močnih nalivov predvsem v pasu od Bohinja in Cerkljanskega hribovja do Celjske kotline padlo več padavin, kot običajno v celem septembru. Na številnih postajah so bili podrti dosedanja padavinski rekordi, marsikje je bila presežena 100-letna povratna doba. Zaradi izjemno velike količine padavin v kratkem času so nastopile katastrofalne hudourniške poplave, ki so naredile veliko gmotno škodo, največjo na območju Železnikov, umrlo pa je kar 6 ljudi (Izjemen padavinski dogodek 18. septembra 2007, 2007, str .5).

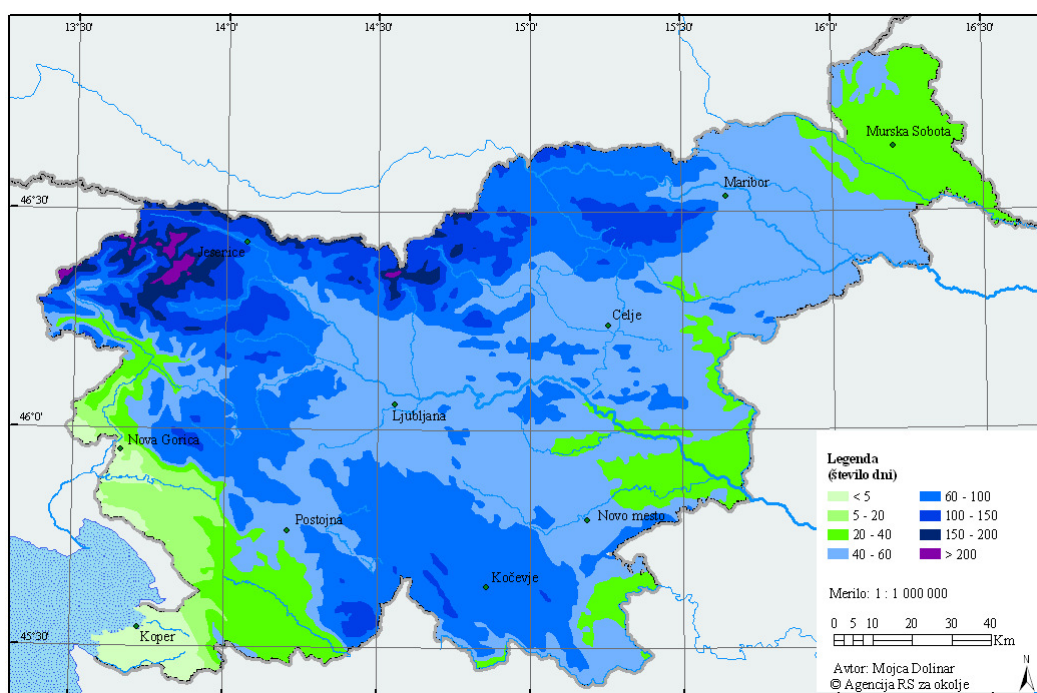
Druga skrajnost ekstremnih padavinskih dogodkov so dolgotrajne suše. O meteorološki suši govorimo, kadar so padavine dlje časa pod dolgoletnim povprečjem. Posledica meteorološke suše je hidrološka suša, ko se močno znižajo pretoki rek in nivo podtalnice, ter kmetijska suša, ko je primanjkljaj padavin v vegetacijskem obdobju tako velik, da vpliva na uspevanje nekaterih kultur. Slovenijo je prizadela zelo huda suša leta 2003, ko je bil zaradi primanjkljaja padavin močno okrnjen kmetijski pridelek skoraj po vsej državi.

Globalne podnebne spremembe v Sloveniji povzročajo iz leta v leto pogostejše ekstremne dogodke. Vsako leto več je intenzivnih padavinskih obdobj, ki se jim pogosto pridruži toča in močan veter. Pogostejša so tudi daljša sušna obdobja.

3.4 Snežna odeja

Snežna odeja predstavlja neprecenljiv vir vodnih zalog, predvsem v visokogorju. Del leta snežna odeja prekriva vso državo razen primorske regije. Trajanje snežne odeje v Sloveniji se iz leta v leto močno spreminja. Zelo raznolika je tudi prostorska porazdelitev trajanja snežne odeje (Slika 7).

Slika 7: *Prostorska porazdelitev trajanja snežne odeje za obdobje 1971-2000.*



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

Snežne razmere vplivajo na mobilnost prebivalstva in na različne veje gospodarstva: promet, komunalo, gradbeništvo, turizem, kmetijstvo,... (Trajanje snežne odeje).

Na trajanje snežne odeje najbolj vplivajo različni dejavniki reliefa. Nadmorska višina vpliva na porazdelitev temperatur zraka. V višjih legah je zaradi nižjih temperatur sneženje pogostejše kot v nižjih legah, sneg se tudi počasneje tali. Na trajanje snežne odeje vplivajo tudi oblika in tip reliefa ter orientacija terena, pa tudi bližina morja (Trajanje snežne odeje).

V visokogorju leži snežna odeja v povprečju dlje kot 200 dni v sezoni, v nižinah osrednje Slovenije pa v povprečju od 20 do 60 dni na sezono. V nižinah je snežna

odeja najbolj pogosta januarja, nekoliko manj februarja in decembra, še manj novembra, marca in aprila. V visokogorju snežna odeja lahko leži preko celega leta, neprekinjeno pa od decembra do maja. Najmanj pogosta v visokogorju je snežna odeja v avgustu. Na Primorskem, predvsem na Obali in v Vipavski dolini, je sneženje zelo redek pojav. V primeru, da sneg zapade, se obdrži zelo kratek čas. Skupna višina novozapadlega snega je v nižinah osrednje in vzhodne Slovenije med 60 in 100 cm, medtem ko v visokogorju v povprečju v sezoni zapade več ko 4 m snega.

V Alpah in v nižinah osrednje in vzhodne Slovenije so v letih od 1971 do 2000 opazni cikli v trajanju debeline snežne odeje. V visokogorju je v istem obdobju opaziti rahel trend upadanja števila dni s snežno odejo. V prihodnjih letih je zaradi globalnega segrevanja pričakovati trend upadanja števila dni s snežno odejo tako v visokogorju, kot tudi v nižinah.

V obravnavanem obdobju je bila najkrajša sezona s snegom v nižinah 1989/90. Nekoliko dlje je trajala snežna sezona 1975/76. V istih sezonah je bila izmerjena najnižja maksimalna debelina snežne odeje. Najvišja maksimalna snežna odeja je bila na različnih območjih izmerjena v različnih sezonah. V Ljubljani so v obravnavanem obdobju izmerili najvišjo snežno odejo leta 1987 in sicer 89 cm, v Ratečah leta 1978 (190 cm), v Murski Soboti leta 1986 (61 cm), Novem mestu leta 1999 (65 cm), medtem ko so na Kredarici izmerili rekordno debelino snežne odeje aprila leta 2001 in sicer 7 m.

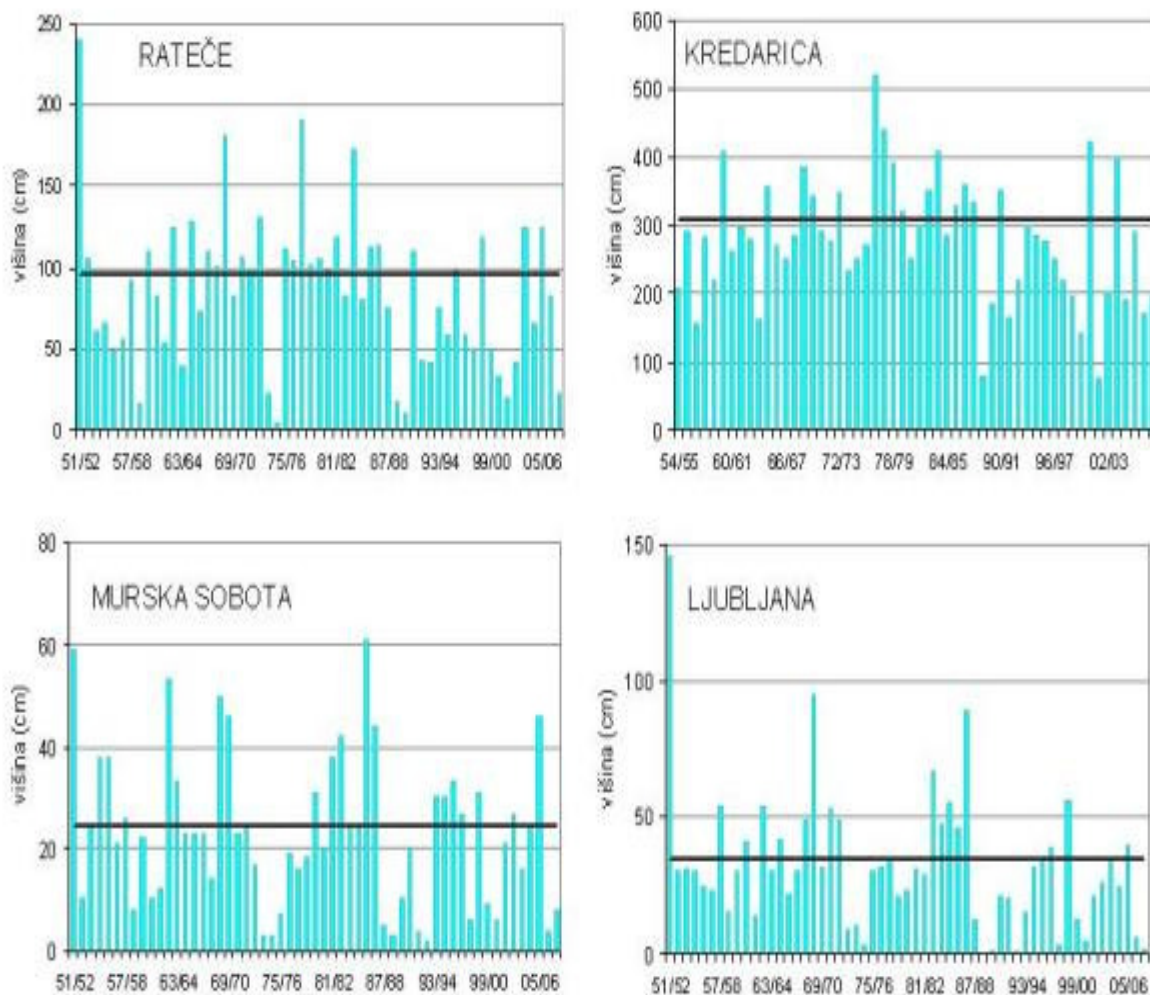
3.4.1 Višina snežne odeje v obdobju 1951/2-2007/8

Debelina snežne odeje v zimi 2007/08 je bila povsod med skromnejšimi. V Ljubljani je bila četrta najtanjša doslej. V zimi 1988/89 snega v Ljubljani ni bilo. Največ ga je padlo v zimi 1951/52, kar 146 cm. V Murski Soboti je bila snežna odeja najdebelejša v zimi 1985/86 (61 cm), v zimi 1992/93 pa je snežna odeja dosegla komaj dva centimetra. V Ratečah je tako kot v Ljubljani največ snega zapadlo v zimi 1951/52. Takrat ga je bilo kar 240 cm, samo štiri centimetre pa ga je zapadlo zimi 1974/75. Na Kredarici je bila doslej največja zimska debelina 521 cm v zimi 1976/77, le 75 cm snega pa so namerili v zimi 2001/02 (Vreme in podnebje – zanimivosti).

3.4.2 Število dni s snežno odejo v obdobju 1951/52-2007/08

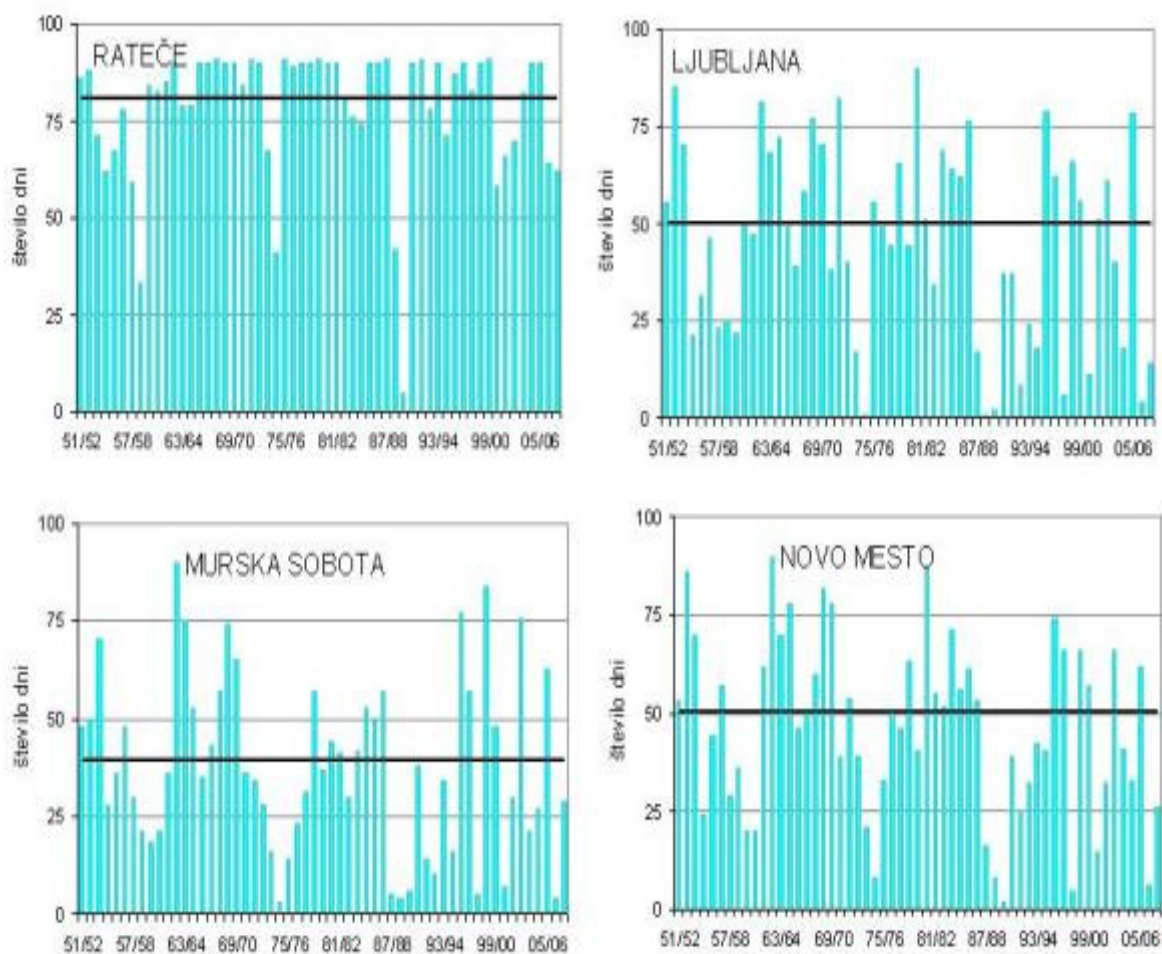
Število dni s snežno odejo je bilo v zimi 2007/08 povsod podpovprečno. V Ljubljani so le en dan s snežno odejo zabeležili v zimah 1974/75 in 1988/89, kar 90 dni pa v zimi 1980/81. V Murski Soboti je bilo najmanj dni s snežno odejo v zimah 1974/75 in 2006/07. Kar 90 dni s snežno odejo je bilo v zimi 1962/63. V Ratečah so 91 dni s snežno odejo zabeležili v sedmih zimah s prestopnim letom, komaj pet dni je tla prekrivala snežna odeja v zimi 1989/90. V Novem mestu je vse dni je tla prekrivala snežna odeja v zimi 1962/63, le dva dni je sneg ležal v zimi 1989/90 (Vreme in podnebje – zanimivosti).

Slika 8: Višina snežne odeje v obdobju 1951/2-2007/8 in povprečje 1961-1990.



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

Slika 9: Število dni s snežno odejo v obdobju 1951/2-2007/8 in povprečje 1961-1990.



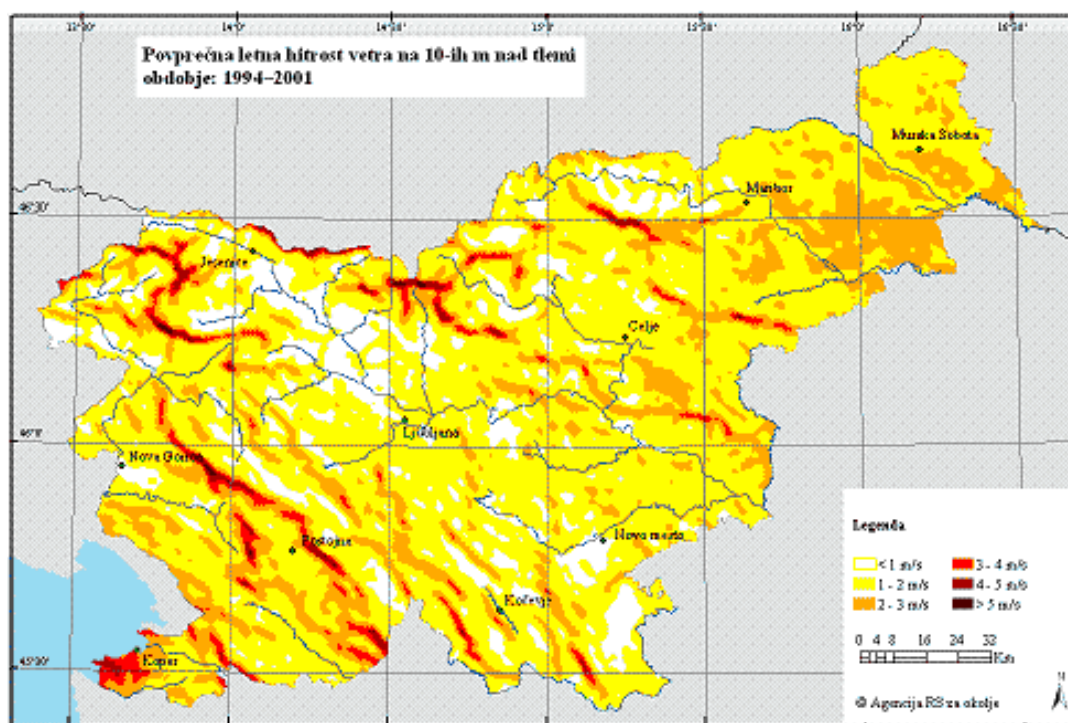
Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

3.5 Veter

Slovenija z izjemo Primorske spada med slabo prevetrene. Za Primorsko je značilen močan in sunkovit veter (burja), ki običajno zapiha po prehodu hladne fronte in v sunkih lahko doseže hitrosti nad 100 km/h. Močnejši je v hladni polovici leta. Pod vznožjem Karavank je značilen veter karavanški fen, ki je prav tako izjemno močan in sunkovit veter, vendar pa je veliko manj pogost kot burja. Izjemno močan karavanški fen v povprečju zapiha manj kot enkrat letno. Močnejši vetrovi so pogosti tudi v visokogorju, predvsem ob spremembah vremena. Najpogosteje pihajo iz jugozahodnih ali severovzhodnih smeri. Zaradi orografije in drugih ovir (rastje, naselja...) se lahko lokalno smeri vetra precej spremenijo. Močnejši vetrovi po vsej državi spremljajo nevihte, sicer pa prevladujejo lokalni vetrovi, ki se razvijejo zaradi razgibane orografije in temperaturnih razlik. Vsako leto beležimo nekaj neurij z viharim vetrom, ko vrtnčast veter ruva drevesa in

odkriva strehe. Močno deževje, ki običajno spremlja takšna neurja, pa ob odkritih strehah povzroči še dodatno škodo. Največji zabeleženi sunki vetra dosegajo hitrost 180 km/h in niso omejeni le na območje, kjer piha burja, temveč se pojavljajo po vsej državi.

Slika 10: Povprečna letna hitrost vetra na višini 10 m za obdobje od leta 1994 do 2001

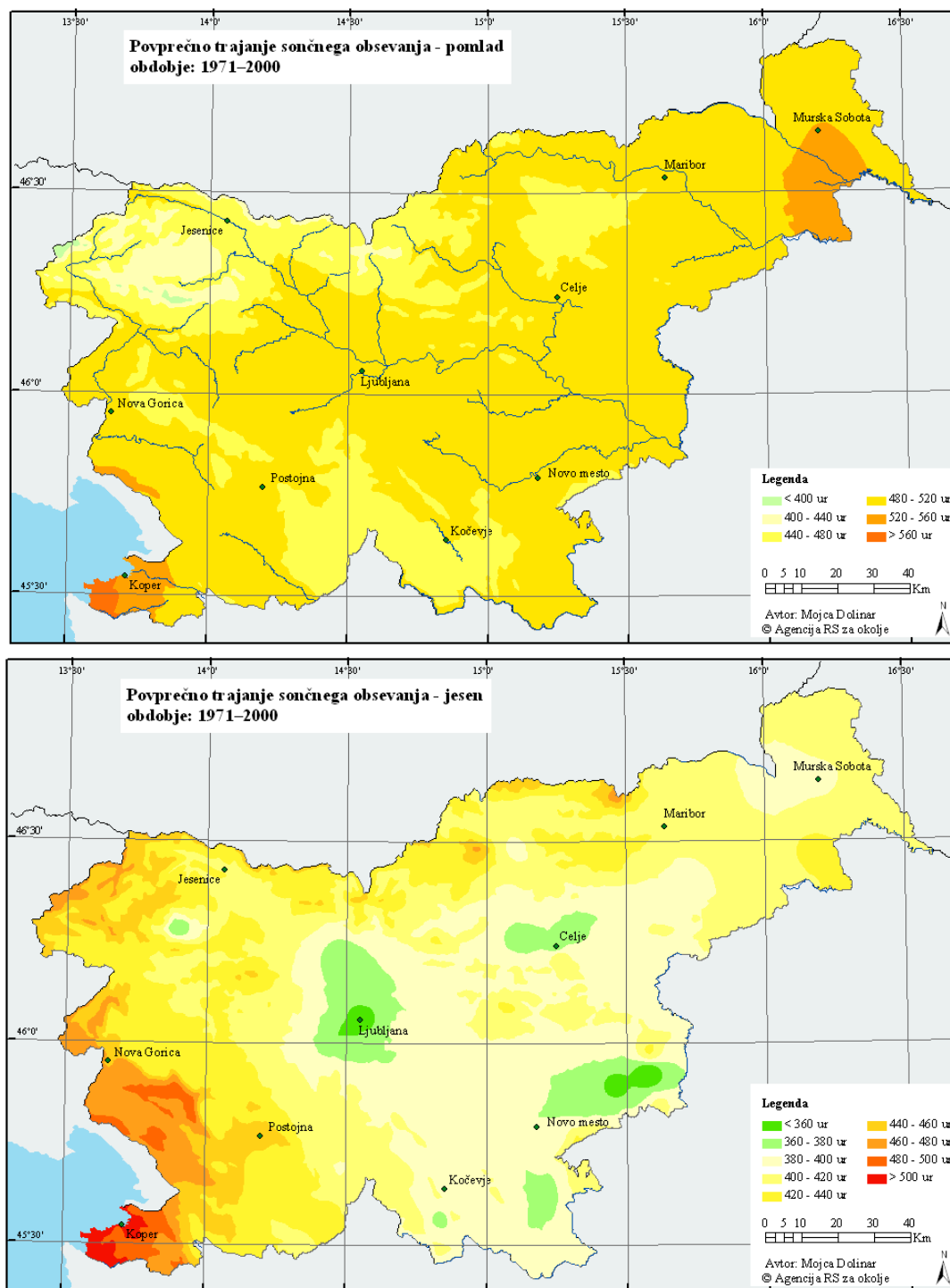


Vir: Povprečna letna hitrost vetra na 10-ih m nad tlemi

3.6 Sončno obsevanje

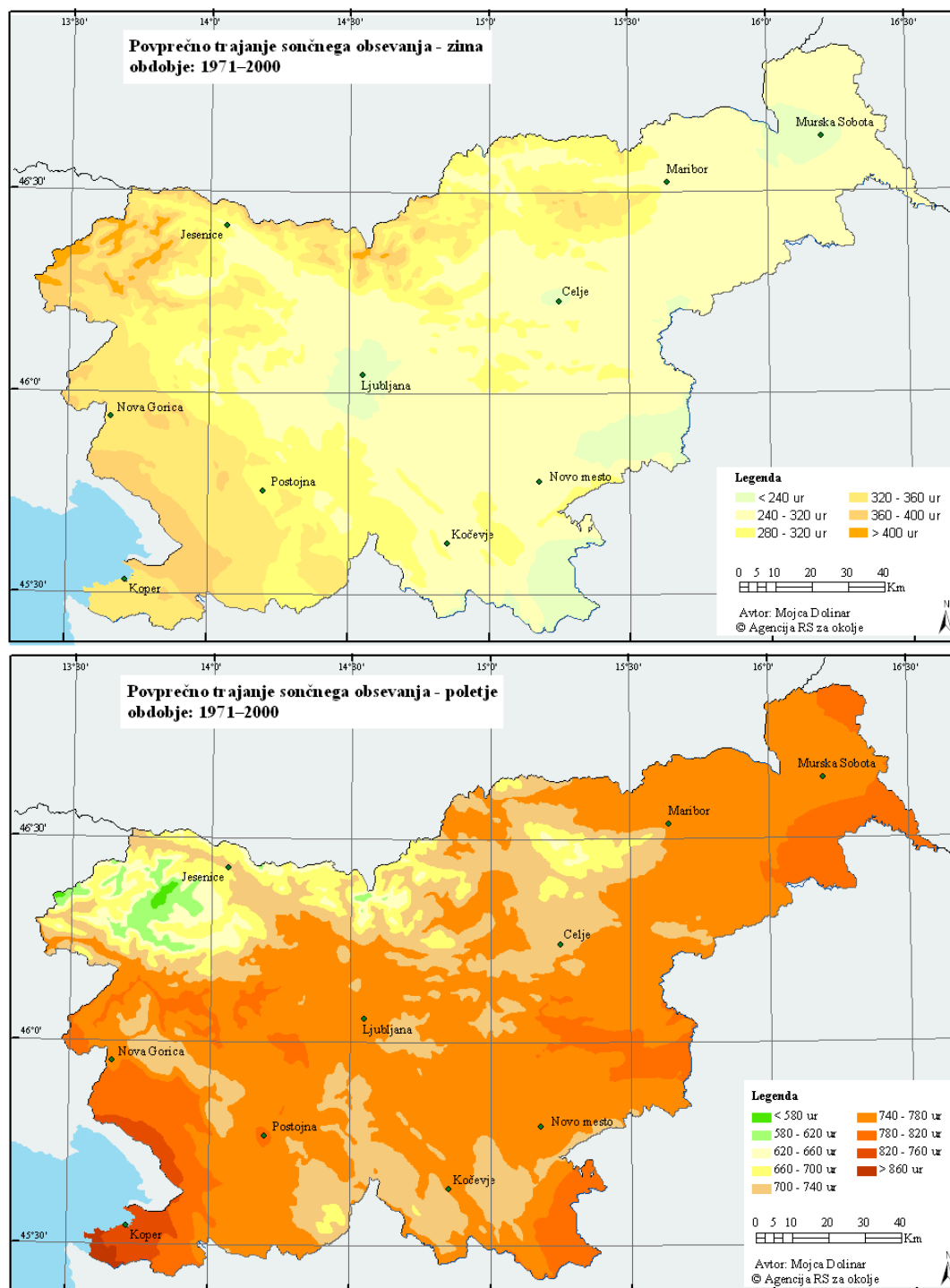
Po vsej Sloveniji na letni bazi dobimo dovolj sončne energije. V poletnih mesecih je sonca več na Primorskem in v nižinah in kotlinah. Na razgibanem hribovitem terenu se poleti proži konvekcija in je zato tam več oblačnosti. Ravno obratno je v zimskih mesecih. Povsod, razen na Primorskem, je v dolinah in kotlinah manj sonca kot v hribovitih predelih, ker se v kotlinah in dolinah pogosto zadržuje megla ali nizka oblačnost. V celi Sloveniji je največ sončnega obsevanja v poletnih mesecih, ko je dan najdaljši. V povprečju se število ur sončnega obsevanja povečuje v vseh letnih časih, razen jeseni.

Slika 11: Povprečno trajanje sončnega obsevanja spomladi in jeseni 1971-2000



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

Slika 12: Povprečno trajanje sončnega obsevanja poleti in pozimi 1971-2000



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje

4 VREMENSKI DERIVATIVI

Vremenski derivativi so pogodbe, ki temeljijo na določenih merljivih vremenskih količinah (temperatura, vlažnost, padavine, zmrzal, vetrovnost, ...). Pogoji za izplačilo ob dospetju vremenskega derivata so določeni izmerjeni, običajno javno dostopni podatki o vremenu in ne povzročena škoda, ki je posledica danih vremenskih razmer. S tem se podjetja izognejo zahtevnemu postopku dokazovanja, da je utrpelo škodo zaradi danih vremenskih razmer. Posledično vremenski derivati ščitijo pred škodo zaradi klimatskih dogodkov, ki niso katastrofalni, zato so idealno orodje za zaščito podjetij pred izgubo dobička zaradi nepričakovanih vremenskih razmer, ki trajajo daljše obdobje (Svec & Stevenson, 2007, str.2).

4.1 Razvoj trga vremenskih derivatov

Vremenski derivati so razmeroma nova oblika izvedenih finančnih instrumentov. Začetki razvoja vremenskih derivatov segajo v sredino devetdesetih let prejšnjega stoletja. Njihov razvoj se je začel v Združenih državah Amerike. Odločilen vpliv na začetek razvoja vremenskih derivatov je imel pojav El Niña, ki je povzročil nenavadno milo zimo 1997-98.

Pokazalo se je, da je uspešnost podjetij v mnogih gospodarskih panogah odvisna od vremenskih razmer. Zaradi mile zime je močno zmanjšano povpraševanje po energentih. Isti pojav je povzročil večjo aktivnost hurikanov, ki se tvorijo nad Atlantikom in s tem povezano ekonomsko škodo. S tem pojavom so bile povezane poplave v Kaliforniji, ki so terjale veliko gmotno škodo, pa tudi življenja (Zeng, 2000, str. 72).

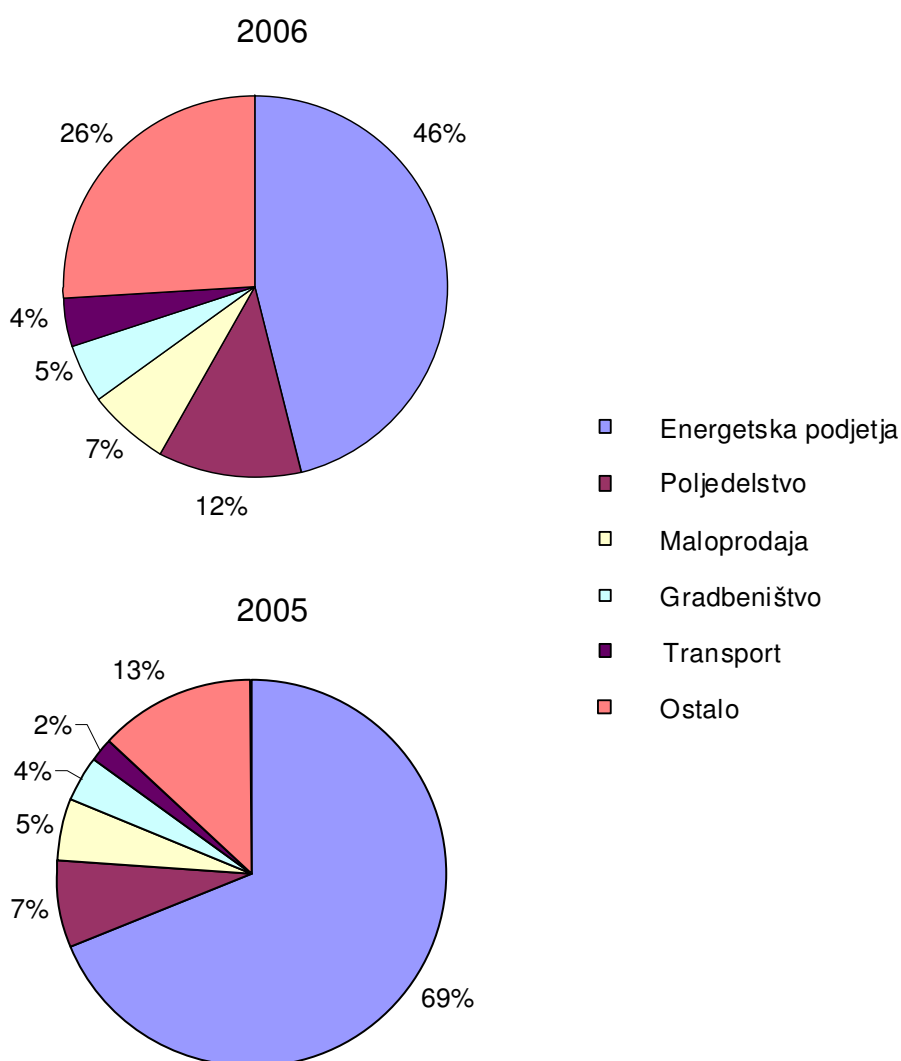
Energetska podjetja v ZDA so se konec devetdesetih let prejšnjega stoletja soočala z naraščajočo konkurenco, kar je vplivalo na zniževanje marže. Hkrati je bilo vedno bolj negotovo tudi povpraševanje po energentih. Oboje je botrovalo želji energetskih podjetij, da bi z ustreznimi instrumenti zaščitili in s tem stabilizirali svoje prihodke pred vremenskimi tveganji.

Trgovanje z vremenskimi derivativi se začne leta 1997. Prvi dve transakciji sta bili med podjetjema Enron in Koch (ZDA) (Fusaro 2005, str. 1). Leta 1999 so na Čikaški borzi (Chicago Mercantile Exchange) odprli prvi organizirani trg z vremenskimi derivati. S tem so omogočili poslovanje, s katerim se podjetja lahko zaščitijo pred neugodnimi vremenskimi spremembami. Istega leta je bila ustanovljena mednarodna organizacija Weather Risk Management Association

(WRMA). Trg z vremenskimi derivati se od tedaj stalno širi. Z energetske panoge se je razširil še na drugo gospodarske panoge (turizem, gradbeništvo, transport, kmetijstvo, maloprodajo, ...) (Randalls, str.3).

Po podatkih organizacije WRMA, je skupna vrednost transakcij z vremenskimi derivati v obdobju od aprila 2005, do marca 2006 znašala 45,2 milijarde dolarjev, kar je skoraj petkrat več, kot leto prej, ko je skupna vrednost transakcij znašala 9,7 milijarde dolarjev (Exponential Growth in Weather Risk Management Contracts).

Slika 13: *Porazdelitev povpraševanja po vremenskih derivatih po panogah*

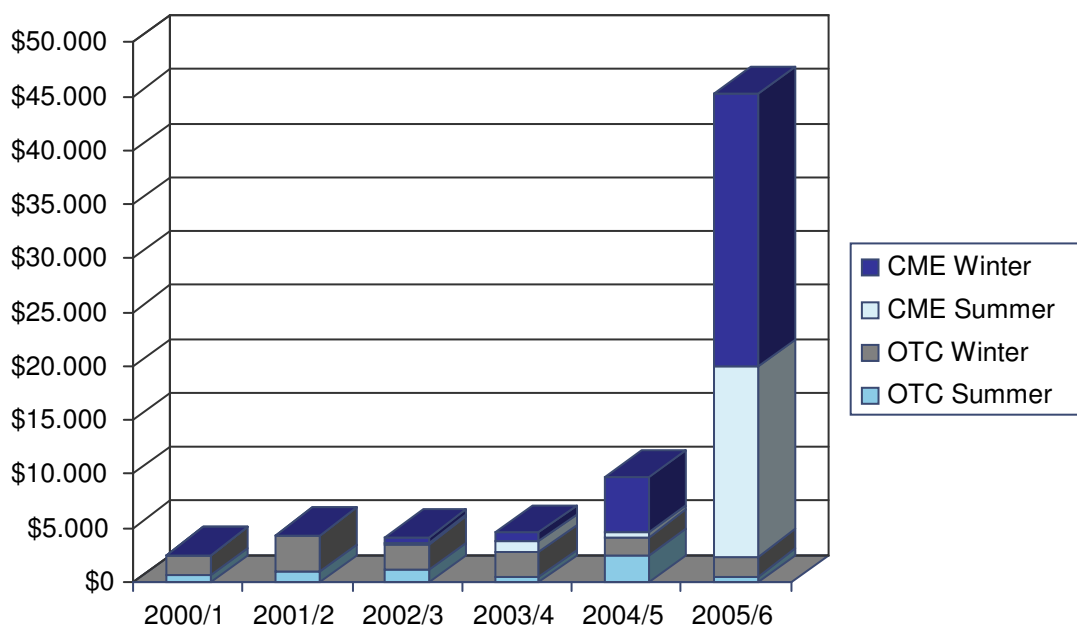


Vir: 2006 Survey Results, 2006

Iz ZDA se je trgovanje z vremenskimi derivati razširilo v Evropo in na Japonsko, kasneje pa še v ostale dele sveta. V Evropi se z vremenskimi derivati največ trguje

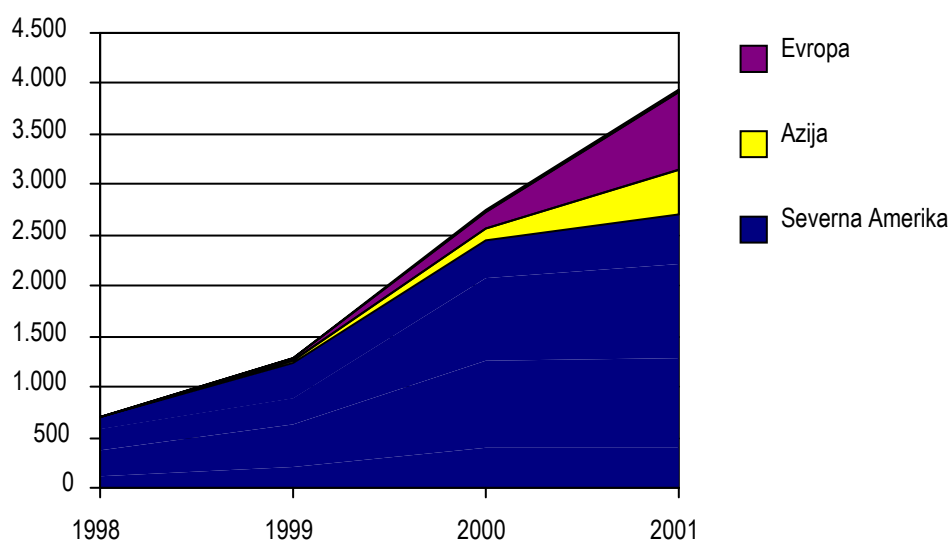
v Franciji, Veliki Britaniji, Skandinaviji in Nemčiji. Večina trgovanja poteka preko okenc («over-the-counter»). Na razvoj evropskega trga z vremenskimi derivati je močno vplivala uvedba treh temperaturnih indeksov (Berlin, Pariz, London) leta 2001. Indekse je uvedla londonska borzna hiša London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE).

Slika 14: Skupna vrednost transakcij z vremenskimi derivati v milijonih dolarjev



Vir: 2006 Survey Results, 2006

Slika 15: Število pogodb med letoma 1998 in 2001



Vir: The Weather Risk Management Industry

4.2 Vrste vremenskih derivatov

Vremenski derivati so najpogostejše opcije, termenske pogodbe in posli zamenjave, katerih vrednost je odvisna od vrednosti določenih vremenskih indeksov. Vremenski indeksi lahko temeljijo na podatkih o temperaturi, količini padavin, debelini snežne odeje, relativna vlažnost zraka ... Najpogostejše se uporabljata temperaturna indeksa HDD – dnevna stopnja ogrevanja (»heating degree day«) in CDD – dnevna stopnja hlajenja (»cooling degree day«). V nadaljevanju magistrskega dela se bom omejila na vremenske derivate na osnovi temperaturnih indeksov HDD in CDD. Pogodbe na osnovi indeksa HDD so smiselne v zimskih mesecih, pogodbe na osnovi indeksa CDD pa v topli polovici leta.

Definicija 1: Naj bo T_i povprečna temperatura v dnevu i . *Dnevno stopnjo ogrevanja HDD in dnevno stopnjo hlajenja CDD* definiramo kot

$$HDD_i = \max\{T_0 - T_i, 0\}$$

in

$$CDD_i = \max\{T_i - T_0, 0\},$$

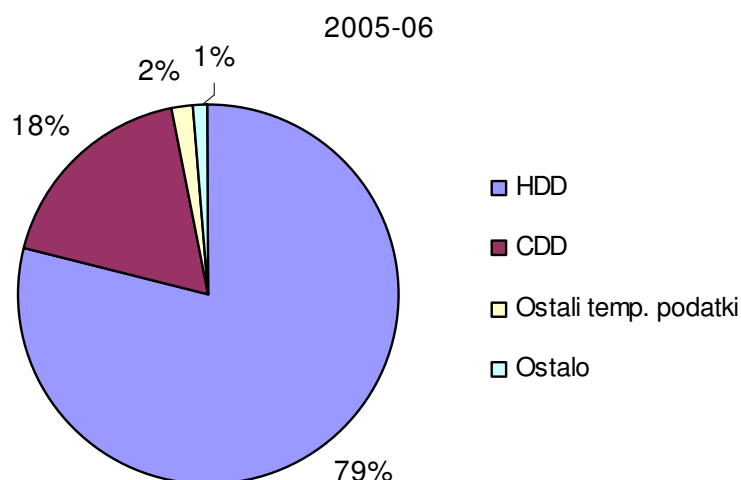
kjer je T_0 določena referenčna temperatura.

V zgornji definiciji vidimo, da nam oba indeksa povesta odstopanje dnevne temperature od referenčne temperature T_0 . Na evropskem trgu je najpogostejše uporabljena referenčna temperatura 18°C, na ameriškem trgu pa 65°F (18,33°C). Referenčna temperatura je določena na podlagi izkušenj ameriških energetskih podjetij, da je dnevna poraba energije najmanjša prav pri 18°C. Ljudje namreč začnejo ogrevati svoje domove, če povprečna dnevna temperatura pade pod 18°C, kadar pa je temperatura višja porabljajo energijo za hlajenje.

Definicija 2: Denimo, da imamo vremenski derivat z dobo trajanja n dni. *Kumulativno dnevno stopnjo ogrevanja in kumulativno dnevno stopnjo hlajenja* definiramo kot

$$H_n = \sum_{i=1}^n HDD_i \quad \text{in} \quad C_n = \sum_{i=1}^n CDD_i.$$

Slika 16: Porazdelitev vrednosti pogodb glede na referenčno količino v obdobju od julija 2005 do junija 2006



Vir: The Weather Risk Management Industry

Najpogosteje uporabljeni vremenski derivativi so vremenske opcije in vremenske zamenjave. Manj pogosto se uporabljajo kompleksne oblike vremenskih opcij, na primer vremenske ovratnice (collar), vremenske povezave (straddle), »strangles« in ostale vrste vremenskih derivatov.

4.2.1 Vremenske opcije

Na trgu obstaja več vrst opcij, ki se med seboj razlikujejo glede na:

- tip pogodbe (nakupna ali prodajna opcija, ovratnice, povezave, ...),
- dobo trajanja pogodbe,
- vremenski indeks, na katerega so pisane (HDD, CDD, ...),
- meteorološko postajo, ki je vir vremenskih podatkov,
- mejno vrednost indeksa, pri kateri pride do izvršitve - K ,
- povečanje izplačila pri enoti spremembe indeksa (stopnja izplačila) – α
- zgornjo oziroma spodnjo mejo indeksa, če le ta obstaja (če indeks preseže zgornjo mejo, je višina izplačila konstantna).

Nakupne (call) vremenske opcije

Plačilo χ , ki ga prejme kupec nakupne opcije ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} 0 & \text{če je } H_n < K \\ \alpha(H_n - K) & \text{če je } K \leq H_n \leq L \\ \alpha(L - K) & \text{če je } H_n > L \end{cases}$$

α – stopnja izplačila

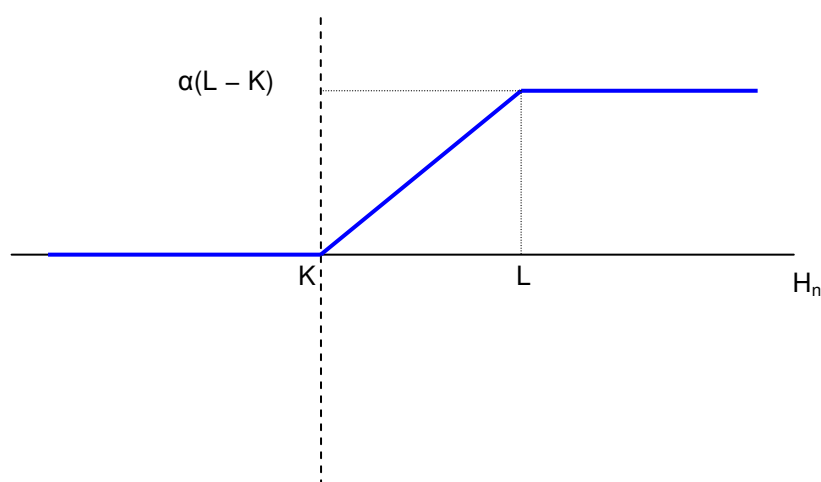
K – mejna vrednost indeksa, pri kateri pride do izvršitve

L – zgornja meja indeksa (lahko je neskončno)

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Kupec nakupne opcije na osnovi HDD indeksa se zaščiti pred visoko vrednostjo indeksa. Tako opcijo bo kupilo podjetje, ki pričakuje večji dobiček v primeru mile zime in izgubo v primeru mrzle zime. V primeru relativno visokih zimskih temperatur bodo vrednosti indeksov HDD nizke in na dan zapadlosti pogodbe do izplačila ne pride. Nižje ko bodo povprečne dnevne temperature, večje bo plačilo χ , ki ga bo kupec prejel na dan zapadlosti. S tem podjetje lahko omili pričakovano izgubo v primeru mrzle zime (Jewson & Brix 2005, str. 21).

Slika 17: Diagram izplačila pri omejeni nakupni opciji



Vir: Jewson & Brix 2005, str. 19

Prodajne (put) vremenske opcije

Plačilo χ , ki ga prejme kupec prodajne opcije ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} \alpha(L - K) & \text{če je } H_n < L \\ \alpha(K - H_n) & \text{če je } L \leq H_n \leq K \\ 0 & \text{če je } H_n > K \end{cases}$$

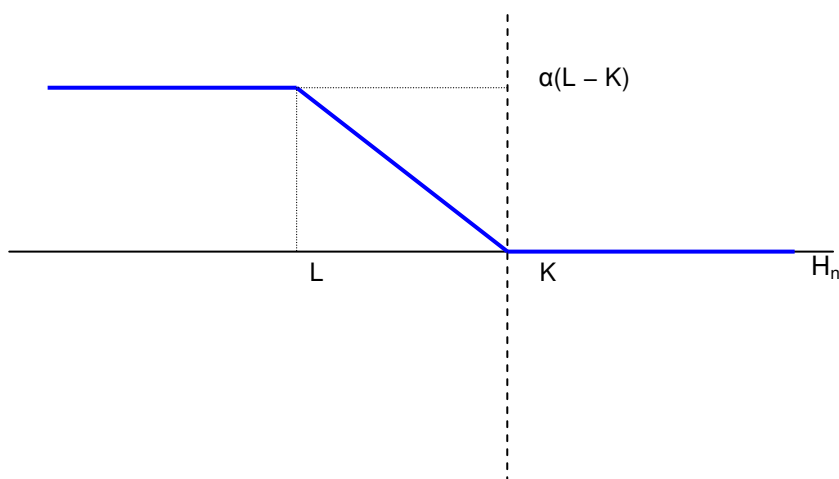
α – stopnja izplačila

K – mejna vrednost indeksa, pri kateri pride do izvršitve

L – spodnja meja indeksa (lahko je neskončno)

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Slika 18: Diagram izplačila pri omejeni prodajni opciji



Vir: Jewson & Brix 2005, str. 19

Kupec take opcije se želi zaščititi pred nizkimi vrednostmi referenčnega indeksa. Tako v primeru nakupa opcije vezane na HDD podjetje pričakuje večje dobičke v primeru nizkih zimskih temperatur, v primeru mile zime pa pričakuje morebitno izgubo. Tipična taka podjetja so podjetja, ki se ukvarjajo s prodajo energentov. V primeru visoke vrednosti indeksa ob zapadlosti pogodbe do izplačila ne pride. V tem primeru kupec opcije pričakuje zadosten dobiček iz rednega poslovanja. V primeru, da bo vrednost indeksa manjša od mejne vrednosti K , ob zapadlosti pogodbe prodajalec plača kupcu znesek, ki je sorazmeren razliki med vrednostjo indeksa in mejno vrednostjo. V tem primeru kupec opcije pričakuje slab izid iz rednega poslovanja ali pa celo izgubo. Višina izplačila je lahko navzgor omejena, ni pa obvezno (Jewson & Brix, 2005, str. 22).

4.2.2 Vremenske zamenjave (swap)

Vremenske zamenjave so pogodbe, pri katerih si stranki izmenjata tveganje pred neugodnimi vremenskimi razmerami v določenem obdobju. Večina vremenskih zamenjav je v času sklenitve pogodbe brezplačnih, tako je dobiček oziroma izguba, ki ga prinaša uporaba vremenske zamenjave enak vrednosti izplačila ob dospetju. Pogodbeni stranki se med seboj dogovorita, koliko bosta plačali druga drugi glede na vrednost referenčnega indeksa v določenem časovnem obdobju. Pri tem je neto sedanja vrednost izplačil v času $t = 0$ enaka 0.

Kupec vremenske zamenjave se zaščiti pred visokimi vrednostmi, prodajalec pa pred nizkimi vrednostmi indeksa ali obratno. Kupec v primeru visokih vrednosti indeksa dobi dogovorjeno izplačilo od prodajalca, v primeru nizkih vrednosti indeksa pa dogovorjeni znesek plača prodajalcu. Znesek je odvisen od dejanske vrednosti indeksa. Vremenska zamenjava ščiti pred neljubim razvojem dogodkov in je neke vrste stava o tem, kakšne bodo vremenske razmere v določenem časovnem obdobju v prihodnosti (Jewson & Brix, 2005, str. 20).

Mejna vrednost K je običajno vrednost, katero bo referenčni indeks najverjetneje dosegel (pričakovana vrednost indeksa). Pri večini vremenskih zamenjav sta vrednosti spodnje in zgornje meje referenčnega indeksa simetrični glede na mejno vrednost indeksa ($K - L_1 = L_2 - K$), torej je največje možno izplačilo za obe stranki enako.

Plačilo χ do katerega pride ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} -\alpha(L_1 - K) & \text{če je } H_n < L_1 \\ \alpha(H_n - K) & \text{če je } L_1 \leq H_n \leq L_2 \\ \alpha(L_2 - K) & \text{če je } H_n > L_2 \end{cases}$$

α – stopnja izplačila

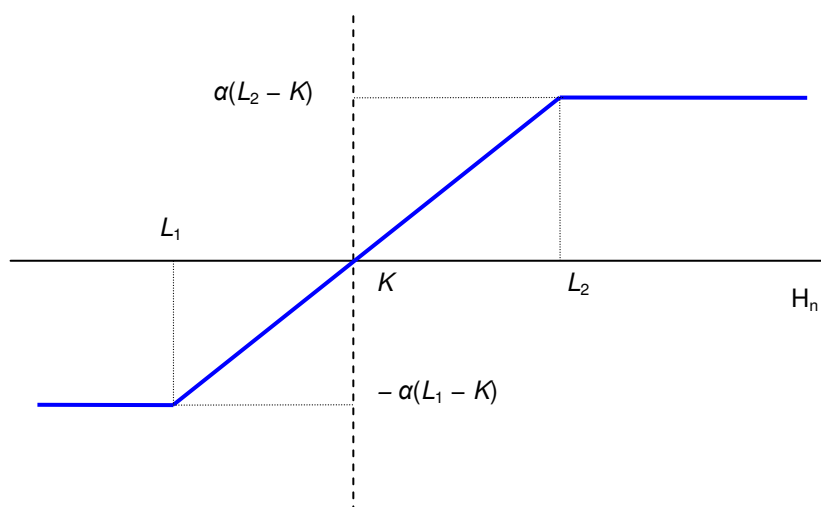
K – mejna vrednost indeksa, pri kateri ne pride do izplačila

L_1 – spodnja mejo indeksa (lahko je neskončno)

L_2 – zgornjo mejo izplačila (lahko je neskončno)

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Slika 19: Diagram izplačila pri omejeni vremenski zamenjavi



Vir: Jewson & Brix 2005, str. 19

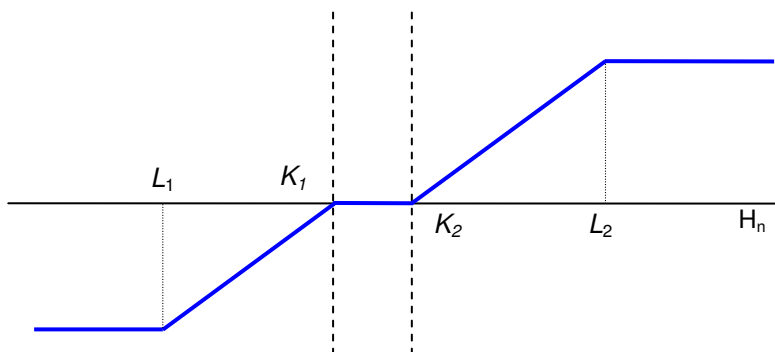
4.2.3 Vremenski ovratniki, vremenske povezave in ostalo

Vremenski ovratniki, povezave in podobno so vremenski derivati, ki se uporabljajo manj pogosto, kot opcije in zamenjave. Vse te vrste vremenskih derivatov so neke vrste kombinacije nakupnih in prodajnih opcij.

Vremenski ovratniki

Nakup vremenskega ovratnika je kombinacija nakupa nakupne in prodaje prodajne opcije z različnima mejnima vrednostma indeksa in enako stopnjo izplačila. Tako kot vremenske zamenjave, so tudi te vrste pogodb običajno brezplačne (Jewson & Brix, 2005, str. 23).

Slika 20: Diagram izplačila pri omejenem vremenskem ovratniku



Vir: Jewson & Brix 2005, str. 19

Plačilo χ do katerega pride ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} -\alpha(L_1 - K) & \text{če je } H_n < L_1 \\ \alpha(H_n - K_1) & \text{če je } L_1 \leq H_n < K_1 \\ 0 & \text{če je } K_1 \leq H_n < K_2 \\ \alpha(H_n - K_2) & \text{če je } K_2 \leq H_n \leq K_2 \\ \alpha(L_2 - K) & \text{če je } H_n > L_2 \end{cases}$$

α – stopnja izplačila

K_1 – spodnja mejna vrednost indeksa, pri kateri ne pride do izplačila

K_2 – zgornja mejna vrednost indeksa, pri kateri ne pride do izplačila

L_1 – spodnja mejo indeksa (lahko je neskončno)

L_2 – zgornjo mejo izplačila (lahko je neskončno)

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Vremenske povezave

Nakup vremenske povezave je kombinacija nakupa nakupne in nakupa prodajne opcije z enakima mejnima vrednostma indeksa, enako stopnjo izplačila in enakim maksimalnim izplačilom. Podjetje se z nakupom vremenske povezave zaščiti tako pred nepričakovano visokimi, kot tudi pred nizkimi vrednostmi indeksa. Premija, ki jo mora plačati kupec je običajno visoka, saj nudi močno zaščito, zato prodajalec prevzame visoko tveganje. Enako kot pri vremenskih zamenjavah sta običajno vrednosti spodnje in zgornje meje referenčnega indeksa simetrični glede na mejno vrednost indeksa ($K - L_1 = L_2 - K$) (Jewson & Brix, 2005, str. 24).

Plačilo χ do katerega pride ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} \alpha(K - L_1) & \text{če je } H_n < L_1 \\ \alpha(K - H_n) & \text{če je } L_1 \leq H_n < K \\ \alpha(H_n - K) & \text{če je } K \leq H_n \leq L_2 \\ \alpha(L_2 - K) & \text{če je } H_n > L_2 \end{cases}$$

α – stopnja izplačila

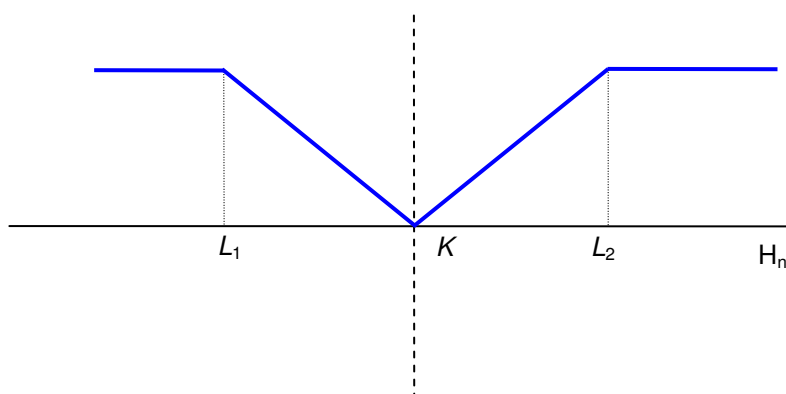
K – mejna vrednost indeksa

L_1 – spodnja mejo indeksa za izplačilo (lahko je neskončno)

L_2 – zgornjo mejo izplačila za izplačilo (lahko je neskončno)

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Slika 21: *Diagram izplačila pri omejeni vremenski povezavi (brez upoštevanja cene)*

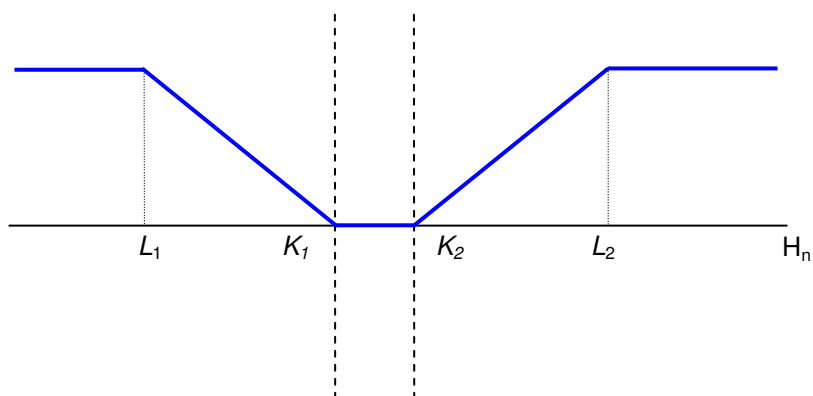


Vir: Jewson & Brix 2005, str. 19

Vremenski »strangle«

Nakup vremenskega »strangle« je kombinacija nakupa nakupne in nakupa prodajne opcije z različnima mejnima vrednostma indeksa, enako stopnjo izplačila in enakim maksimalnim izplačilom. Če sta mejni vrednosti indeksa enaki gre za zgoraj opisano vremensko povezavo. Tudi ta instrument ščiti kupca pred visokimi in nizkimi vrednostmi indeksa, torej ščiti pred visoko volatilitnostjo vremena (Jewson & Brix, 2005, str. 24).

Slika 22: *Diagram izplačila pri omejenem vremenskem »stranglu«*



Vir: Jewson & Brix 2005, str. 19

Plačilo χ do katerega pride ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} \alpha(K - L_1) & \text{če je } H_n < L_1 \\ \alpha(K_1 - H_n) & \text{če je } L_1 \leq H_n < K_1 \\ 0 & \text{če je } K_1 \leq H_n < K_2 \\ \alpha(H_n - K_2) & \text{če je } K_2 \leq H_n \leq L_2 \\ \alpha(L_2 - K_2) & \text{če je } H_n > L_2 \end{cases}$$

α – stopnja izplačila

K_1, K_2 – mejni vrednosti indeksa

L_1 – spodnja mejo indeksa za izplačilo (lahko je neskončno)

L_2 – zgornjo mejo izplačila za izplačilo (lahko je neskončno)

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Binarna vremenska opcija

Nakup vremenskega »binara« je poseben primer vremenske nakupne opcije (Jewson & Brix, 2005, str. 25).

Plačilo χ do katerega pride ob zapadlosti je določeno z enačbo:

$$\chi = \begin{cases} 0 & \text{če je } H_n < K \\ L & \text{če je } H_n \geq K \end{cases}$$

K – mejna vrednost indeksa

H_n – vrednost kumulativnega indeksa

Vremenska razlika in košarica

Vremenska razlika (spread) je pogodba, pri kateri je izplačilo ob dospelju odvisno od vremenskih razlik med dvema lokacijama.

Vremenska košarica (basket) je ena pogodba, katere vrednost je odvisna od vremenskih razmer v več krajih ob istem času. Take pogodbe so primerne za podjetja, ki so na več lokacijah izpostavljena vremenskemu tveganju. Nakup ene košarice za deset lokacij je lahko cenejši (nižji transakcijski stroški), kot nakup desetih pogodb za posamezne lokacije.

Kompleksne vremenske pogodbe imajo v splošnem izplačilo ob dospelju odvisno od izplačil ostalih pogodb.

4.2.4 Nelinearni vremenski derivati

Pri vseh zgoraj opisanih vrstah vremenskih derivatov je izplačilo ob dospetju odsekoma linearna funkcija vremenskega indeksa, na katerega je pisan. Občasno se uporabljajo tudi vremenski derivati, pri katerih znesek izplačila ni linearno odvisen od vrednosti indeksa. Uporabljajo se denimo vremenske opcije in zamenjave, pisane na hitrost vetra. S takimi derivati dobiček zaščitijo na primer vetrne elektrarne. Moč vetra narašča s tretjo potenco hitrosti vetra. Smiselni vremenski derivati, ki jih uporabljajo vetrne elektrarne imajo izplačilo ob dospetju, ki je na določenem intervalu definirano kot polinom tretje stopnje (Jewson & Brix, 2005, str. 25).

5 VREDNOTENJE VREMENSKIH DERIVATOV

5.1 Splošno o vrednotenju finančnih instrumentov

Glavni razlogi, zakaj je potrebno ovrednotiti vremenske derivate so:

1. določitev ustrezne cene vremenskih opcij in določitev mejne vrednosti indeksa pri brezplačnih vremenskih zamenjavah,
2. ko se z določeno pogodbo trguje, je potrebno poznati trenutno vrednost pogodbe, glede na zadnje vremenske napovedi in morebiten nadaljnji razvoj vrednosti,
3. zaradi notranjega in zunanjega nadzora, predpisanega s strani državnih organov.

Za boljše razumevanje vrednotenja vremenskih derivatov bom v nadaljevanju na kratko opisala osnovne principe vrednotenja finančnih instrumentov.

5.2 Metode vrednotenja vremenskih derivatov

5.2.1 Aktuarska metoda

Aktuarska metoda vrednotenja je uporabna v zavarovalništvu. Osnova te metode so statistične analize, ki temeljijo na zgodovinskih podatkih. S pomočjo modeliranja porazdelitve škodne pogostnosti in višine škode se določi višino premije zavarovanja. Omenjena metoda je primerna za vrednotenje pogodb, ki ščitijo pred ekstremnimi vremenskimi razmerami (toča, zmrzal, neurje, vročinski val), ne pa tudi za vrednotenje pogodb, ki ščitijo pred neugodnimi vremenskimi

razmerami, ki trajajo daljše časovno obdobje (mila oziroma zelena zima, deževno poletje, ...), kakršni so večinoma vremenski derivati.

5.2.2 »Burn« analiza

»Burn« analiza je zelo preprosta. Za izbrano pogodbo preprosto izračunamo, kakšno vrednost bi imela pogodba v preteklih letih. Za vsako do preteklih let v daljšem časovnem obdobju (30 let) izračunamo vrednost izbranega indeksa. Rezultat je enak povprečju na ta način dobljenih indeksov. Metoda je žal zelo nenatančna, zato se jo kljub preprostosti ne uporablja pogosto. Primerna je kot groba ocena v začetni fazi vrednotenja posameznega vremenskega derivata.

Metodo lahko delno izboljšamo na dva načina:

1. Upoštevamo morebitne temperaturne trende v izbranem časovnem obdobju. Zgodovinske podatke »očistimo« trenda, izračunamo povprečno vrednost indeksa in ga nato korigiramo za dobljeni trend. Naključni del v gibanju indeksa dobimo tako, da od vrednosti odštejemo pričakovano vrednost indeksa, ki je popravljena z upoštevanjem trenda.
2. Namesto navadnega povprečja zgodovinskih indeksov lahko pogledamo porazdelitveno krivuljo indeksov in izračunamo matematično upanje indeksa na podlagi dobljene porazdelitve.

»Burn« analiza za zamenjave

Pričakovana vrednost izplačila ob dospetju je v primeru, da indeks doseže mejno vrednost (K) enaka 0. Poštena mejna vrednost indeksa je enaka pričakovani vrednosti indeksa ob dospetju. Pričakovano izplačilo ob dospetju vremenske zamenjave prikazuje enačba:

$$E(\chi) = E(\alpha(H_n - K)) = \alpha \cdot E(H_n - K) = \alpha(E(H_n) - K)$$

Od tod je očitno, da je $E(\chi) = 0$, če velja $E(H_n) = K$.

Pogodbo vremenske zamenjave s pošteno vrednostjo indeksa običajno skleneta stranki, ki se obe želita zaščititi pred neugodnimi vremenskimi razmerami in je njuna izpostavljenost le tem nasprotna.

V primeru, da se vremenska zamenjava prodaja na trgu vrednostnih papirjev je ena od strank borzna hiša, ki želi s prodajo zaslužiti, druga stranka pa je podjetje,

ki želi zmanjšati tveganje pred izgubo zaradi neugodnih vremenskih razmer. V tem primeru mejna vrednost indeksa (K) ne bo enaka pričakovani vrednosti indeksa ampak višja za varnostni dodatek, v korist borzne hiše. Varnostni dodatek lahko borzna hiša določi na različne načine. Ena od možnosti je, da varnostni dodatek izračuna kot določen odstotek (20%) standardnega odklona izračunanih vrednosti indeksov v preteklih letih. Mejna vrednost indeksa bo v tem primeru vsota pričakovane vrednosti indeksa in varnostnega dodatka.

»Burn« analiza za opcije

Poštena premija za nakup vremenske opcije je premija, pri kateri bo pričakovani dobiček na pogodbo enak nič. Poštena premija za opcijo je tako enaka pričakovanemu izplačilu ob dospelju. Pošteno premijo za vremensko opcijo določimo v dveh korakih:

1. izračunamo zgodovinske vrednosti izplačil za izbrano opcijo z upoštevanjem trenda,
2. izračunamo povprečje vrednosti, dobljenih v prvem koraku.

Enako kot pri vremenski zamenjavi tudi pri vremenskih opcijah, ki se prodajajo na trgu vrednostnih papirjev prodajalec (borzna hiša) premijo poveča za varnostni dodatek

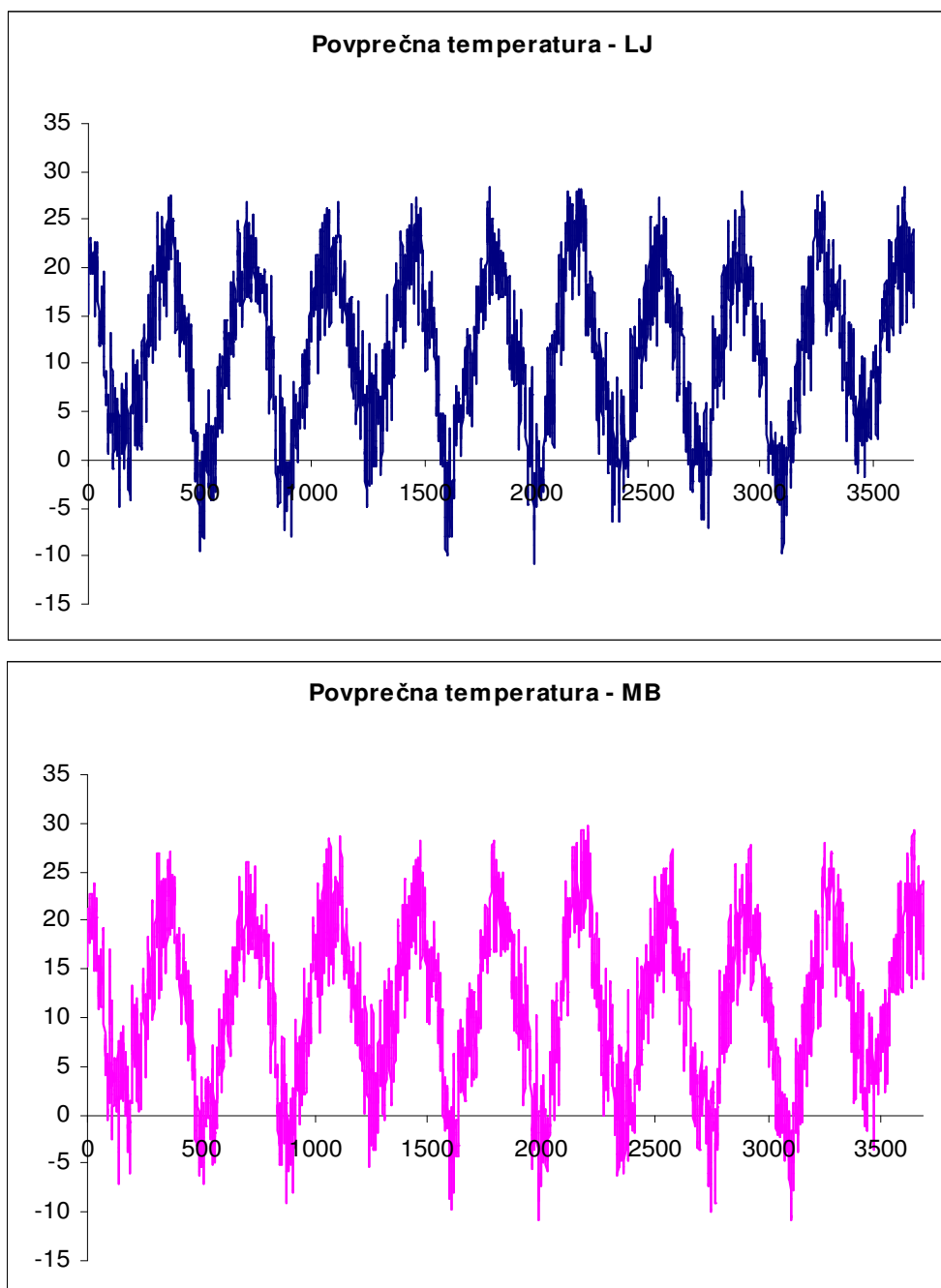
5.2.3 Vrednotenje na podlagi dinamičnega temperaturnega modela

V nasprotju s prej opisano »burn« analizo dinamični model temelji na simulaciji temperature (ali ostalih vremenskih razmer) v prihodnosti. V nadaljevanju se bom omejila na vremenske derivate, ki temeljijo na temperaturnih indeksih, saj se ti najpogosteje uporabljajo. Osnova metoda je ustrezen stohastičen temperaturni model.

Modeliranje temperature

Kot osnovo za modeliranje temperature so v mojem magistrskem delu podatki o povprečni temperaturi v Ljubljani v obdobju od 1.1.1980 do 31.8.2007. Slika 23 prikazuje gibanje povprečne dnevne temperature v Ljubljani in Mariboru v obdobju od 1.8.1997 do 31.8.2007.

Slika 23: *Diagram povprečne dnevne temperature v Ljubljani in Mariboru*



Vir: Lastno delo

Na Sliki 23, ki prikazuje gibanje povprečne dnevne temperature v obdobju desetih let, vidimo močan sezonski vpliv. Povprečna dnevna temperatura se giblje nekje med -10°C pozimi in $+30^{\circ}\text{C}$ poleti. Že površen pogled na sliko napeljuje na idejo, da bi povprečno dnevno temperaturo modelirali s pomočjo sinusoide, torej s pomočjo funkcije oblike:

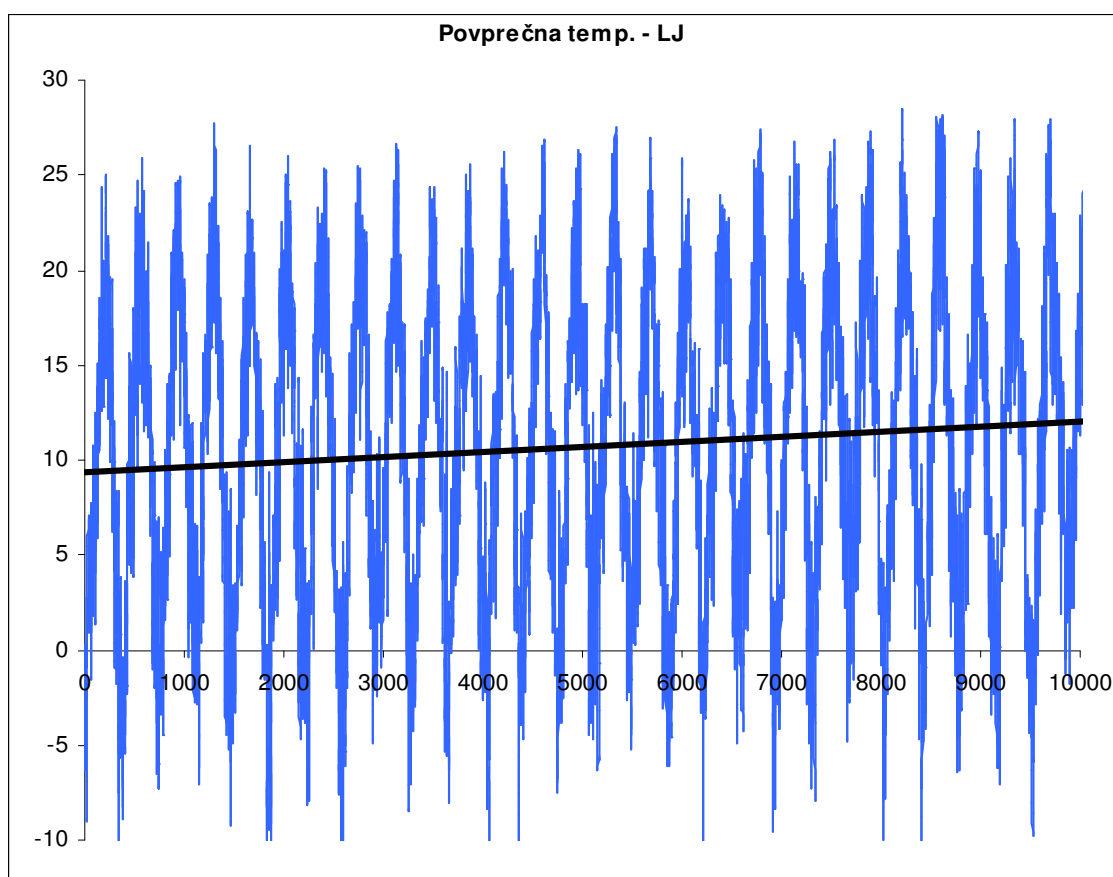
$$f(t) = \sin(\omega t + \varphi)$$

pri čemer je neodvisna spremenljivka t čas, merjen v dnevih. Vemo, da ima funkcija f periodo 365,25 dni, zato velja: $\omega = 2\pi/365,25$. Vemo, da letni temperaturni minimum ni nujno 1. januarja, zato ima temperaturna funkcija $f(t)$ fazni zamik, ki ga označuje φ .

Povprečna pričakovana temperatura

Poleg sezonskega vpliva na povprečno dnevno temperaturo nam podatki za obdobje 28 let kažejo tudi povečevanje povprečne letne temperature iz leta v leto. To je lahko posledica globalnega segrevanja ozračja ali pa tudi vpliv urbanizacije okolja. Vpliv je sicer šibak a vsekakor ni zanemarljiv. Ker je trend šibak, lahko predpostavimo, da je le-ta linearen.

Slika 24: Povečevanje povprečne temperature



Vir: Lastno delo

Na podlagi navedenih dejstev lahko zapišemo determinističen model, ki opisuje gibanje pričakovane povprečne dnevne temperature:

$$T_t^m = A + Bt + C \cdot \sin(\omega t + \varphi). \quad (5.1)$$

Parametre A , B , C in φ ocenimo s pomočjo znane statistične metode najmanjših kvadratov.

Uvedba šuma v model

Zgornji deterministični model temperature je žal močno pomanjkljiv. Vemo, da se povprečna dnevna temperatura ne giblje po lepi gladki krivulji (Slika 24). Da model približamo realnosti je vanj potrebno uvesti elemente naključnosti. Ena od možnosti je, da modelu dodamo standardizirano Brownovo gibanje (B_t ; $t \geq 0$).

Definicija: Množico slučajnih spremenljivk $\{B_t; 0 \leq t < T\}$ imenujemo *standardizirano Brownovo gibanje* na intervalu $[0, T]$, če velja:

- i. $B_0 = 0$.
- ii. Za vsako množico $\{t_1, \dots, t_n\}; 0 \leq t_1 < \dots < t_n < T$ so slučajne spremenljivke

$$B_{t_2} - B_{t_1}, B_{t_3} - B_{t_2}, \dots, B_{t_n} - B_{t_{n-1}}$$

neodvisne.

- iii. Za vsak $0 \leq s \leq t < T$ so prirastki $B_t - B_s$ normalno porazdeljene slučajne spremenljivke z matematičnim upanjem 0 in varianco $t - s$.
- iv. B_t so zvezne funkcije spremenljivke t (Steele, 29).

Razlike med modelirano pričakovano povprečno dnevno temperaturo in dejansko povprečno dnevno temperaturo so normalno porazdeljene z matematičnim upanjem -0.00956952 in varianco 12.74.

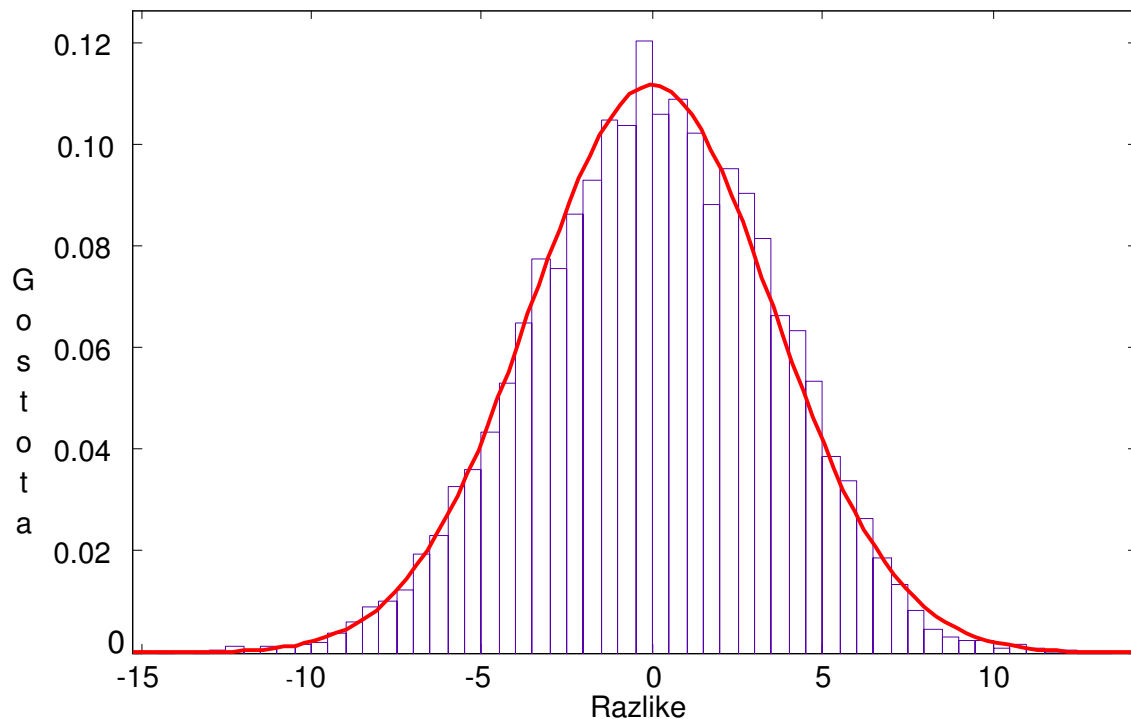
Povprečni standardni odklon dejanske temperature od determinističnega modela se spreminja glede na opazovani mesec. Največji je odklon v mesecu januarju in decembru, najmanjši pa v mesecu juliju, avgustu in septembru. Zaradi poenostavitve modela predpostavimo, da je standardni odklon σ_t odsekoma konstanten za posamezne mesece:

$$\sigma_t = \begin{cases} \sigma_1 & \text{za mesec januar,} \\ \sigma_2 & \text{za mesec februar,} \\ \sigma_3 & \text{za mesec marec,} \\ M & \\ \sigma_{12} & \text{za mesec december} \end{cases}$$

V temperaturni model uvedemo šum v obliki standardiziranega Brownovega gibanja:

$\{\sigma_t B_t; t \geq 0\}$, kjer so $\{\sigma_i\}_{i=1}^{12}$ pozitivne konstante.

Slika 25: Porazdelitev razlike med dejansko povprečno dnevno temperaturo in modelirano temperaturo T_m



Vir: Lastno delo

Vračanje k sredini (Mean – reversion)

Vemo, da temperatura ne more dolgo časa naraščati dan za dnem. To pomeni, da ustrezen temperaturni model ne sme dopuščati stalnega povečevanja odstopanja od povprečne temperature. Stohastični model, ki popisuje povprečno dnevno temperaturo mora tako imeti lastnost vračanja k sredini. Ob upoštevanju

navedenih lastnosti je povprečna dnevna temperatura rešitev diferencialne enačbe:

$$dT_t = dT_t^m + a(T_t^m - T_t)dt + \sigma_t dB_t \quad (5.2)$$

oziroma:

$$dT_t = \left\{ \frac{dT_t^m}{dt} + a(T_t^m - T_t) \right\} dt + \sigma_t dB_t, \quad (5.3)$$

kjer parameter a določa stopnjo reverznosti modela.

Zgornja diferencialna enačba je tako imenovani Ornstein-Uhlenbeckov proces.

Trditev: (Steele, str. 140) Rešitev diferencialne enačbe oblike (Ornstein-Uhlenbeckov proces)

$$dX_t = -\alpha X_t dt + \sigma dB_t,$$

kjer sta σ in α pozitivni konstanti, B_t pa popisuje Brownovo gibanje je:

$$X_t = X_0 \cdot e^{-\alpha t} + \sigma \int_0^t e^{-\alpha(t-s)} dB_s.$$

Z uporabo zgornje trditve rešimo diferencialno enačbo, ki določa povprečno dnevno temperaturo in dobimo:

$$T_t = (T_s - T_s^m) \cdot e^{-a(t-s)} + T_t^m + \int_s^t e^{-a(t-\tau)} \sigma_\tau dB_\tau, \quad (5.4)$$

kjer je:

$$T_t^m = A + Bt + C \sin(\omega t + \varphi). \quad (5.5)$$

Ocenjevanje parametrov

Parametre ocenimo na osnovi podatkov o povprečni dnevni temperaturi v Ljubljani v obdobju od 1.1.1980 do 31.8.2007. Za dokončno postavitev modela, ki prikazuje gibanje povprečne dnevne temperature v Ljubljani je potrebno oceniti parametre A , B , C , φ , a in σ .

V prvem koraku ocenimo parametre A , B , C in φ , ki popisujejo deterministični model gibanja povprečne dnevne temperature T^m . Uporabimo adicijske izreke, ki veljajo za kotne funkcije:

$$\sin(\omega t + \varphi) = \sin(\omega t) \cos \varphi + \cos(\omega t) \sin \varphi$$

in dobimo:

$$T_t^m = a_1 + a_2 t + a_3 \sin(\omega t) + a_4 \cos(\omega t),$$

kjer je:

$$a_3 = C \cdot \cos \varphi \text{ in } a_4 = C \cdot \sin \varphi$$

Parametre a_1 , a_2 , a_3 in a_4 ocenimo z metodo najmanjših kvadratov. V ta namen uporabimo programsko orodje MATLAB ali katerokoli drugo ustrezno matematično orodje.

Kot rezultat dobimo:

$$a_1 = 9,513$$

$$a_2 = 2,285 \cdot 10^{-4}$$

$$a_3 = -2,769$$

$$a_4 = -10,16$$

Parametri determinističnega modela so:

$$A = a_1$$

$$B = a_2$$

$$C = \sqrt{a_3^2 + a_4^2}$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{a_4}{a_3}\right) - \pi$$

Vstavimo vrednosti in dobimo:

$$A = 9,513$$

$$B = 2,285 \cdot 10^{-4}$$

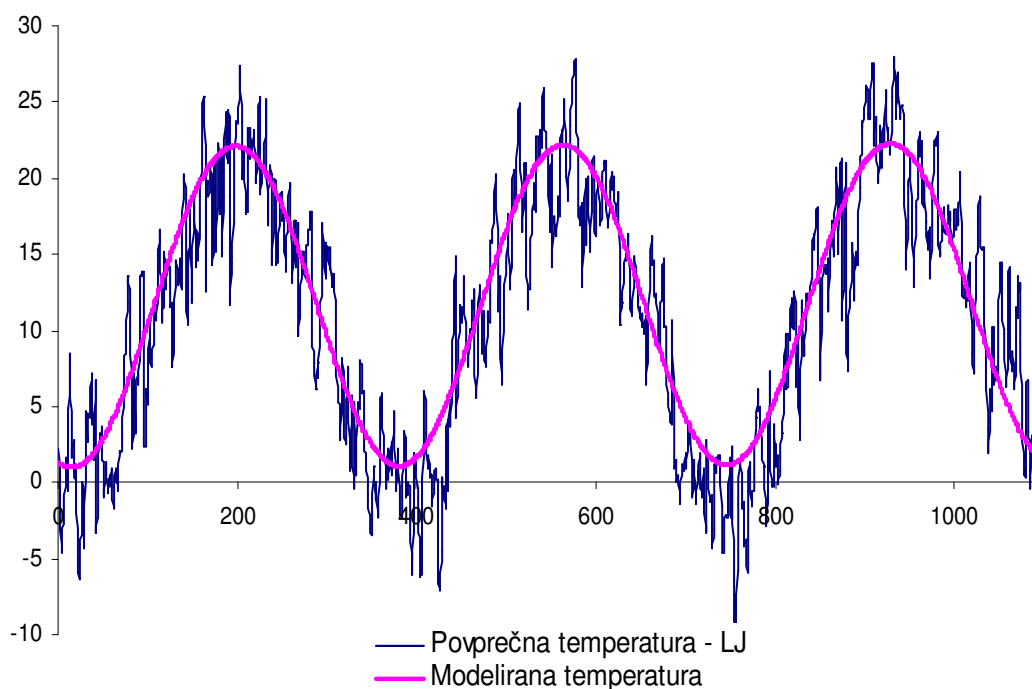
$$C = 10,53057$$

$$\varphi = -1,83687$$

Parametre vstavimo v enačbo (5.5.) in dobimo:

$$T_t^m = 9,513 + 2,285 \cdot 10^{-4} \cdot t + 10,531 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} \cdot t - 1,837\right). \quad (5.6)$$

Slika 26: *Povprečna dnevna temperatura in modelirana pričakovana temperatura v Ljubljani (1.1.2004 – 31.12.2006)*



Vir: Lastno delo

Amplituda dobljene sinusoide je 10,5°C, kar pomeni, da je v povprečna dnevna temperatura poleti za okoli 21 °C višja kot pozimi. Trend globalnega segrevanja je sicer majhen, vsekakor pa ni zanemarljiv, saj se je povprečna letna temperatura v obdobju 28 let povečala za 2,5°C.

V naslednjem koraku ocenimo standardni odklon σ_μ za posamezne mesece. Le ta je po predpostavki odsekoma konstantna funkcija za posamezne mesece. Za posamezne mesece ($\mu = 1, \dots, 12$) ocenimo σ_μ na dva načina.

Prva ocena:

Kvadrat standardnega odklona v posameznem mesecu je enak povprečju kvadratov razlik med temperaturama, izmerjenima v dveh zaporednih dneh (enačba 5.7).

$$\hat{\sigma}_\mu^2 = \frac{1}{N_\mu} \sum_{j=0}^{N_\mu-1} (T_{j+1} - T_j)^2, \quad (5.7)$$

kjer je μ mesec ($\mu = 1, \dots, 12$), N_μ pa je število podatkov za mesec μ .

Druga ocena:

Standardni odklon σ_μ določimo s pomočjo diskretizacije diferencialne enačbe (5.2). Dobimo rekurzivno enačbo:

$$T_j = T_j^m - T_{j-1}^m + aT_{j-1}^m + (1-a)T_{j-1} + \sigma_\mu \varepsilon_{j-1} \text{ za } j = 1, \dots, N_\mu, \quad (5.8)$$

kjer so $\{\varepsilon_j\}_{j=1}^{N_\mu-1}$ standardno normalno porazdeljene neodvisne slučajne spremenljivke in predstavljajo Brownovo gibanje.

Pri oceni: $\tilde{T}_j \equiv T_j - (T_j^m - T_{j-1}^m)$ upoštevamo formulo (5.8) in dobimo rekurzivno formulo, po kateri lahko izračunamo povprečno dnevno temperaturo za poljuben dan, če poznamo povprečno dnevno temperaturo preteklega dne:

$$\tilde{T}_j = aT_{j-1}^m + (1-a)T_{j-1} + \sigma_\mu \varepsilon_{j-1} \quad (5.9)$$

Učinkovita ocena za standardni odklon σ_t je tako:

$$\hat{\sigma}_\mu^2 = \frac{1}{N_\mu - 2} \sum_{j=1}^{N_\mu} (\tilde{T}_j - \hat{a}T_{j-1}^m - (1-\hat{a})T_{j-1})^2 \quad (5.10)$$

Če želimo na ta način oceniti σ_t , moramo pred tem poznati parameter a , ki pri modelu določa hitrost vračanja k sredini.

Parameter a , ki pri modelu določa hitrost vračanja k sredini ocenimo s pomočjo metode najmanjših kvadratov. Iščemo vrednost parametra a , pri kateri bo vrednost funkcije $G_n(a)$ enaka 0, pri čemer je:

$$G_n(a) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial(T_{i-1}; a)}{\sigma_{i-1}^2} (T_i - E(T_i | T_{i-1})), \quad (5.11)$$

kjer je $\partial(T_t; a)$ parcialni odvod funkcije

$$b(T_t; a) = \frac{dT_t^m}{dt} + a(T_t^m - T_t) \quad (5.12.)$$

po parametru a .

Iz formule (5.4.) dobimo:

$$E(T_i|T_{i-1}) = (T_{i-1} - T_{i-1}^m)e^{-a} + T_{i-1}^m \quad (5.13)$$

Ob upoštevanju enačb (5.12.) in (5.13.) dobimo funkcijo oblike:

$$G_n(a) = \sum_{i=1}^n \frac{T_{i-1}^m - T_{i-1}}{\sigma_{i-1}^2} (T_i - (T_{i-1} - T_{i-1}^m)e^{-a} - T_{i-1}^m) \quad (5.14)$$

Kot že vemo, je iskani parameter a rešitev enačbe $G_n(a) = 0$, torej velja:

$$\hat{a}_n = -\log \left(\frac{\sum_{i=1}^n Y_{i-1} (T_i - T_{i-1}^m)}{\sum_{i=1}^n Y_{i-1} (T_{i-1} - T_{i-1}^m)} \right),$$

kjer je

$$Y_{i-1} = \frac{T_{i-1}^m - T_{i-1}}{\sigma_{i-1}^2} \text{ za } i = 1, 2, \dots, n \quad (5.15.).$$

V formulo (5.14) vstavimo vrednosti povprečnih dnevnih temperatur. Upoštevamo, da je σ_t odsekoma konstantna funkcija. Parameter a_n ; $n = 1, \dots, 12$ določimo ločeno za vsak mesec. Končna ocena parametra a je povprečje mesečnih vrednosti. Na osnovi podatkov o povprečni dnevni temperaturi za Ljubljano od 1.1.1980 do 31.8.2007 dobimo oceno za a :

$$a = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} a_n = 0,2414.$$

Za vsak mesec dobimo dve različni oceni za standardni odklon σ_t . Prvo oceno dobimo z uporabo formule (5.7), drugo pa z uporabo formule (5.10). V modelu upoštevamo povprečno vrednost obeh ocen.

Rezultat zgoraj opisanega postopka je diskretni temperaturni model:

$$T_j = T_j^m - T_{j-1}^m + 0,2414 \cdot T_{j-1}^m + 0,7586 \cdot T_{j-1} + \sigma_\mu \varepsilon_{j-1},$$

kjer je:

$$T_j^m = 9,513 + 2,285 \cdot 10^{-4} \cdot j + 10,531 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} \cdot j - 1,837\right),$$

$(\sigma_1; \Lambda; \sigma_{12}) = (2,42; 1,95; 2,10; 2,32; 2,23; 2,39; 2,30; 2,13; 1,90; 2,06; 2,40; 2,43)$ in

$\{\varepsilon_j\}_{j=1}^{N_\mu-1}$ so standardno normalno porazdeljene neodvisne slučajne spremenljivke.

Tabela 1: Vrednosti parametra σ določene na oba opisana načina

Mesec	Ocena 1	Ocena 2	Povprečna ocena
januar	2,47	2,38	2,42
februar	1,96	1,95	1,95
marec	2,15	2,06	2,10
april	2,39	2,24	2,32
maj	2,31	2,16	2,23
junij	2,48	2,31	2,39
julij	2,39	2,21	2,30
avgust	2,20	2,05	2,13
september	1,96	1,84	1,90
oktober	2,11	2,01	2,06
november	2,45	2,35	2,40
december	2,47	2,39	2,43

Vir: Lastno delo

Standardno normalno porazdeljene slučajne spremenljivke ε_j generiramo v programskem okolju Microsoft Excel z uporabo Box-Mullerjevega algoritma (Potužnik, 1997, str. 2) v dveh korakih:

1. Generiramo dve neodvisni slučajni spremenljivki z_1 in z_2 , ki sta enakomerno porazdeljeni na intervalu $[0,1)$.
2. Izračunamo:

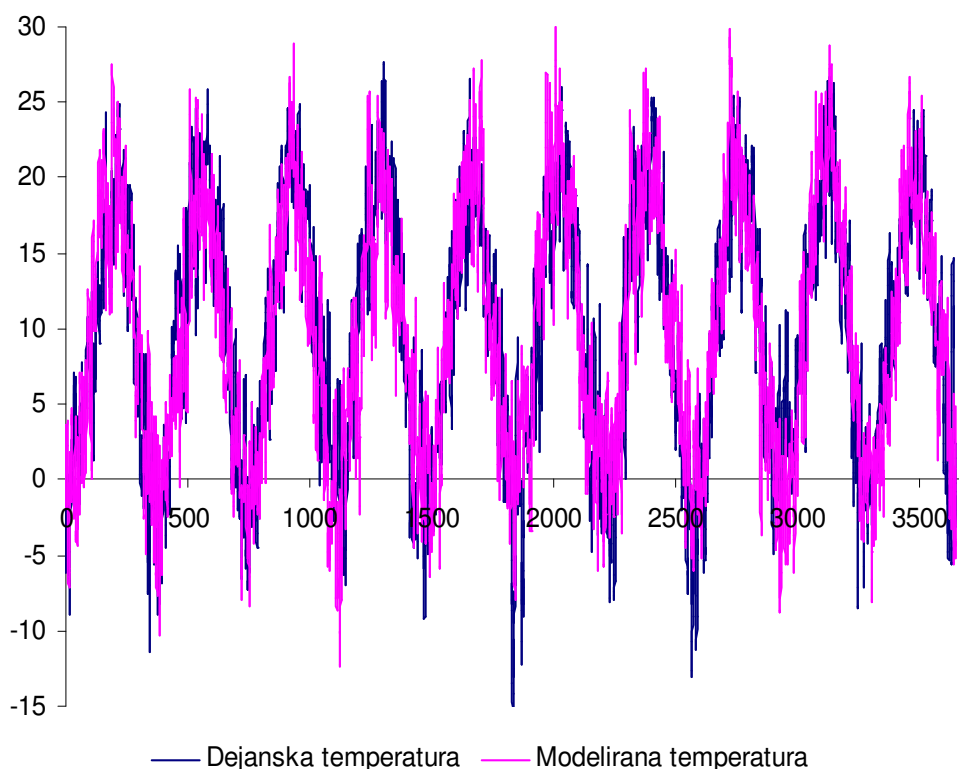
$$\varepsilon_1 = \sqrt{-2 \ln(z_1)} \cdot \cos(2\pi z_2),$$

$$\varepsilon_2 = \sqrt{-2 \ln(z_1)} \cdot \sin(2\pi z_2),$$

ki sta neodvisni, standardno normalno porazdeljeni slučajni spremenljivki.

Box-Mullerjeva transformacija je metoda, s katero s pomočjo neodvisnih slučajnih spremenljivk, ki so enakomerno porazdeljene na intervalu $[0,1)$ generiramo standardno normalno porazdeljene slučajne spremenljivke

Slika 27: *Ena od krivulj, ki je rezultat opisanega modela v primerjavi z danimi podatki*



Vir: Lastno delo

5.2.3.1 Vrednotenje vremenskih derivatov

Trg z vremenskimi derivati je tipičen primer nekompletnega trga izvedenih finančnih instrumentov, saj vremenski indeksi, na katere so vrednostni papirji vezani niso tržno blago. Poleg tega je trg z vremenskimi derivati nelikviden trg, saj so vremenski derivati vezani na ozko geografsko območje, za katero so definirani (Taylor & Buizza, 2006, str.1). Za določitev cene vremenskih derivatov moramo poznati tržno ceno tveganja, ki jo označimo z λ . Zaradi poenostavitve predpostavimo, da je tržna cena tveganja konstantna. Predpostavimo še, da imamo na razpolago netvegano premoženje s konstantno netvegano obrestno mero r in pogodbo, ki predvideva izplačilo v odvisnosti od povprečne dnevne temperature s stopnjo izplačila $\alpha = 1$, kar pomeni, da se ob spremembi temperature za 1 °C izplačilo spremeni za eno denarno enoto.

Tako kot zgoraj predpostavimo, da temperaturo popisuje Ornstein-Uhlenbeckov proces:

$$dT_t = \left\{ \frac{dT_t^m}{dt} + a(T_t^m - T_t) \right\} dt + \sigma_t dB_t,$$

kjer B_t popisuje Brownovo gibanje.

Standardno Brownovo gibanje »premaknemo« za pozitivno konstanto λ in dobimo »premaknjeno« Brownovo gibanje $P_t = B_t - \lambda t$.

Na podlagi opisanih predpostavk velja:

$$dT_t = \left\{ \frac{dT_t^m}{dt} + a(T_t^m - T_t) - \lambda \sigma_t \right\} dt + \sigma_t dP_t. \quad (5.16.)$$

kjer je $(P_t; t \geq 0)$ $\mathbf{Q}$ -Brownovo gibanje, torej Brownovo gibanje z mero $\mathbf{Q}$, ki pomeni premik za konstanto λ .

Varianca slučajne spremenljivke T_t je neodvisna od konstante λ in velja:

$$\text{Var}(T_t | \Psi_s) = \int_s^t \sigma_u^2 e^{-2a(t-u)} du, \quad (5.17)$$

kjer je $\Psi_s = \{T_1, \Lambda, T_s\}; s < t$. (Steele, str. 140)

Na podlagi enačbe (5.4.) velja:

$$E(T_t | \Psi_s) = (T_s - T_s^m) e^{-a(t-s)} + T_t^m. \quad (5.18)$$

Upoštevamo premik Brownovega gibanja, kot kaže enačba (5.16.) in dobimo:

$$E^Q(T_t | \Psi_s) = E(T_t | \Psi_s) - \int_s^t \lambda \sigma_u e^{-a(t-u)} du. \quad (5.19)$$

V zadnjem koraku le še ovrednotimo integrala v enačbah (5.17) in (5.19) in dobimo matematično upanje:

$$E^Q(T_t | \Psi_s) = (T_s - T_s^m) e^{-a(t-s)} + T_t^m - \frac{\lambda \sigma_i}{a} (1 - e^{-a(t-s)})$$

in varianco:

$$\text{Var}(T_t | \Psi_s) = \frac{\sigma_i^2}{2a} (1 - e^{-2a(t-s)}).$$

Izračunamo še kovarianco:

$$\text{Cov}(T_t, T_u | \Psi_s) = e^{-a(u-t)} \text{Var}(T_t | \Psi_s)$$

Zgornji formuli veljata v primeru konstantnega standardnega odklona σ_i . Če imamo pogodbo za dobo trajanja, ki je daljša kot en mesec, σ_i ne bo konstanta. V tem primeru integrala, ki nastopata v enačbah (5.16) in (5.18) razbijemo na dva dela in dobimo:

$$E^Q(T_t | \Psi_s) = (T_s - T_s^m) e^{-a(t-s)} + T_t^m - \frac{\lambda}{a} (\sigma_i - \sigma_j) e^{-a(t-t_1)} + \frac{\lambda \sigma_i}{a} e^{-a(t-s)} - \frac{\lambda \sigma_j}{a},$$

$$\text{Var}(T_t | \Psi_s) = \frac{1}{2a} (\sigma_i^2 - \sigma_j^2) e^{-2a(t-t_1)} - \frac{\sigma_i^2}{2a} e^{-2a(t-s)} + \frac{\sigma_j^2}{2a} \quad (\text{Alaton et al., 2002, str.15}).$$

V splošnem integrala v enačbah (5.17) in (5.19) razbijemo na potrebno število intervalov, tako da bo σ_i konstanta znotraj posameznega intervala.

6 PRIMER VREDNOTENJA VREMENSKIH DERIVATIVOV

Večina vremenskih pogodb temelji na temperaturnih indeksih, kot sta kumulativna dnevna stopnja segrevanja (HDD) za zimske mesece in kumulativna dnevna stopnja hlajenja (CDD) za poletne mesece.

6.1 Vrednotenje HDD opcije s pomočjo porazdelitev

Znesek izplačila ob dospelju nakupne HDD vremenske opcije je:

$$\chi = \alpha \cdot \max\{H_n - K, 0\}, \quad (6.1)$$

$$H_n = \sum_{i=1}^n \max\{18 - T_{t_i}, 0\}. \quad (6.2)$$

V zimskih mesecih, predvsem v mesecu decembru in januarju, je verjetnost, da bi povprečna dnevna temperatura v Ljubljani presegla 18 °C na podlagi zgodovinskih podatkov enaka nič, na podlagi teoretičnega modela pa je zanemarljivo majhna. V tem primeru lahko formula (6.2) poenostavimo:

$$H_n = 18n - \sum_{i=1}^n T_{t_i}$$

in analitično določimo ceno opcije.

Za $i = 1, \dots, n$ so T_{t_i} slučajne spremenljivke, ki predstavljajo Ornstein-Uhlenbeckov proces. T_{t_i} so torej normalno porazdeljene slučajne spremenljivke za vsak posamezen t_i , zato so tudi H_n normalno porazdeljene slučajne spremenljivke.

Izračunamo matematično upanje in varianco za slučajno spremenljivko H_n .

$$E^Q(H_n|\Psi_t) = E^Q\left(18n - \sum_{i=1}^n T_{t_i} | \Psi_s\right) = 18n - \sum_{i=1}^n E^Q(T_{t_i} | \Psi_t), \quad (6.3.)$$

$$Var(H_n|\Psi_t) = Var\left(\sum_{i=1}^n T_{t_i} | \Psi_t\right) = \sum_{i=1}^n Var(T_{t_i} | \Psi_t) + 2 \sum_{i < j} Cov(T_{t_i}, T_{t_j} | \Psi_t). \quad (6.4.)$$

Označimo: $E^Q(H_n|\Psi_t) = \mu_n$ in $Var(H_n|\Psi_t) = \sigma_n^2$.

Ceno nakupne HDD opcije v času t izračunamo z uporabo formule:

$$c(t) = e^{-r(t_n-t)} E^Q(\max\{H_n - K, 0\} | \Psi_t),$$

$$c(t) = e^{-r(t_n-t)} \left((\mu_n - K) \Phi(-\alpha_n) + \frac{\sigma_n}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\alpha_n^2}{2}} \right), \quad (6.5)$$

kjer je $\alpha_n = \frac{(K - \mu_n)}{\sigma_n}$, Φ pa predstavlja kumulativno porazdelitveno funkcijo standardne normalne porazdelitve.

Na enak način ovrednotimo prodajno HDD opcijo z izplačilom $\chi = \alpha \cdot \max\{K - H_n, 0\}$ ob dospetju. Cena je določena s formulo:

$$p(t) = e^{-r(t_n-t)} E^Q(\max\{K - H_n, 0\} | \Psi_t)$$

$$p(t) = e^{-r(t_n-t)} \left((K - \mu_n) \left(\Phi(\alpha_n) - \Phi\left(-\frac{\mu_n}{\sigma_n}\right) \right) + \frac{\sigma_n}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{\alpha_n^2}{2}} - e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\mu_n}{\sigma_n} \right)^2} \right) \right)$$

Formula (6.5) določa ceno nakupne HDD opcije, pri kateri zgornja vrednost izplačila ni omejena ($L = 0$). Take opcije imenujemo *neomejene opcije*.

V praksi imajo vremenske opcije pogosto določeno zgornjo mejo izplačila – *omejene opcije*. Z določitvijo zgornje meje se prodajalec zaščiti pred preveliko izgubo. Temu primerno imajo omejene opcije nekoliko nižjo ceno.

Določitev cene omejene opcije je preprosto, ko poznamo cene neomejenih opcij, saj je le ta sestavljena iz dveh neomejenih opcij. Nakup opcije z mejno vrednostjo indeksa K in zgornjo mejo izplačila $\alpha(L - K)$ je enak nakupu neomejene opcije z mejno vrednostjo indeksa K in prodaji opcije enakega tipa z mejno vrednostjo indeksa L . Seveda morata imeti obe opciji enako stopnjo izplačila α .

Na razvitih trgih, kjer se z vremenskimi derivati dnevno trguje je mogoče kupiti opcijo tudi znotraj časovnega obdobja, za katerega je napisana. Denimo, da imamo nakupno HDD opcijo, ki je napisana za časovno obdobje od t_1 do t_n . Zanima nas cena opcije v času t_i , $t_1 \leq t_i \leq t_n$. Slučajno spremenljivko H_n zapišemo kot:

$$H_n = H_i + H_j$$

V času t_i je H_i znana vrednost, H_j pa je slučajna spremenljivka.

Izplačilo, ki ga bo kupec nakupne HDD opcije prejel ob dospetju zapišemo kot:

$$\chi = \max\{H_n - K, 0\} = \max\{H_i + H_j - K, 0\} = \{H_j - \tilde{K}, 0\},$$

kjer je $\tilde{K} = K - H_i$ nova konstanta. Vrednotenje opcije znotraj časovnega obdobja je torej enako vrednotenju opcije pred začetkom veljavnosti, le da mejno vrednost indeksa ustrezno prilagodimo.

6.1.1 Nakupna HDD opcija za Ljubljano

V nadaljevanju je opisano vrednotenje nakupne HDD opcije, ki ščiti pred nepričakovano nizkimi povprečnimi dnevnimi temperaturami v Ljubljani v mesecu decembru 2007 in januarju 2008. Vrednotenje je narejeno na osnovi temperaturnega modela, izpeljanega v 5. poglavju. Osnova za model so podatki o povprečni dnevni temperaturi v obdobju od 1.1.1980 do 31.8.2007.

Izplačilo χ , ki ga prejme kupec omejene nakupne HDD opcije ob zapadlosti je:

$$\chi = \begin{cases} 0 & \text{če je } H_n < K \\ \alpha(H_n - K) & \text{če je } K \leq H_n \leq L \\ \alpha(L - K) & \text{če je } H_n > L \end{cases}$$

Primer 1:

Vrednotimo neomejeno opcijo ($L = \infty$) s stopnjo izplačila $\alpha = 1$ EUR in mejno vrednostjo indeksa $K = 500$ za mesec december 2007 (Opcija N1). Pričakovana vrednost indeksa H_{31} za mesec december je 470. Izplačilo ob dospetju je:

$$\chi = \begin{cases} 0 & \text{če je } H_{31} < 500 \\ H_{31} - 480 & \text{če je } H_{31} \geq 500 \end{cases}$$

Opcijo vrednotimo na osnovi podatkov o povprečni dnevni temperaturi od 1.1.1980 do 31.8.2007. Kot prvo grobo oceno vrednosti opcij lahko uporabimo »Burn« analizo z upoštevanjem trenda. Določanje cene nadaljujemo z uporabo ustreznega temperaturnega modela.

Predpostavimo, da je netvegana obrestna mera $r = 4\%$, tržna cena tveganja λ pa je enaka nič. Ob danih predpostavkah je cena opisane opcije na dan 31.8.2007 enaka 15,47 EUR. Z uporabo »Burn« analize vrednost te opcije ocenimo na 13,60 EUR.

Na enak način ovrednotimo še opcijo za mesec januar 2008 (Opcija N2). Mejna vrednost indeksa je pri tej opciji $K = 520$. Pričakovana vrednost indeksa H_{31} za mesec januar je 513. Cena omenjene opcije na dan 31.8.2007 znaša 16,63 EUR. (»Burn« analiza nam da rezultat 17,94 EUR.) Za opcijo, ki ima dvomesečno obdobje veljavnosti (1.12.2007 – 31.1.2008) in mejno vrednost indeksa $K = 1020$ bi na isti dan odšteli 21,20 EUR (Opcija N3). (»Burn« analiza nam da rezultat 26,09 EUR.)

Tabela 2: Primerjava nakupnih HDD opcij brez zgornje meje izplačila

Parameter	Opcija N1	Opcija N2	Opcija N3
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	500	520	1020
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	15,47 EUR	16,63 EUR	21,20 EUR
Ocenjena vrednost (»Burn« analiza)	13,60 EUR	17,94 EUR	26,09 EUR

Vir: Lastno delo

Primer 2:

Vrednotimo omejeno opcijo za mesec december s stopnjo izplačila $\alpha = 1$ EUR in mejno vrednostjo indeksa $K = 500$, ki je navzgor omejena ($L = 550$), torej je najvišje možno izplačilo ob dospetju v vrednosti 50 EUR. Netvegana obrestna mera in tržna cena tveganja sta enaki kot pri Primeru 1, torej $r = 4\%$ in $\lambda = 0$.

Velja:

$$\chi = \begin{cases} 0 & \text{če je } H_{31} < 480 \\ H_{31} - 500 & \text{če je } 500 \leq H_{31} \leq 550 \\ 50 & \text{če je } H_{31} > 550 \end{cases}$$

Nato vrednotimo še omejeno opcijo za mesec januar ($K = 520$ in $L = 570$) in omejeno opcijo za dvomesečno obdobje, torej december in januar ($K = 1020$ in $L = 1120$). Vsem opcijam določimo ceno na dan 31.8.2007.

Tabela 3: Primerjava nakupnih HDD opcij z zgornjo mejo izplačila

Parameter	Opcija N4	Opcija N5	Opcija N6
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	500	520	1020
Zgornja meja izplačila	50 EUR	50 EUR	100 EUR
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	12,30 EUR	13,11 EUR	19,19 EUR
Ocenjena vrednost (»Burn« analiza)	11,50 EUR	10,23 EUR	24,06 EUR

Vir: Lastno delo

Opisan postopek za določanje cene opcije je relativno preprost in časovno nezahteven, žal pa nima širokega spektra uporabnosti. Za vrednotenje HDD opcij ga lahko uporabimo le za časovno obdobje, v katerem povprečna dnevna temperatura nikoli ne preseže 18 °C. Opisani način je povsem neuporaben, če želimo vrednotiti vremenske derivate, ki temeljijo na CDD indeksu.

$$CDD_i = \max\{T_i - 18_0, 0\} \text{ in } CDD = \sum_{i=1}^n CDD_i$$

Vrednotenje bi bilo možno v časovnih obdobjih, v katerih povprečna dnevna temperatura nikoli ne pade pod 18 °C. V Ljubljani oziroma v celi Sloveniji vemo, da povprečna dnevna temperatura lahko pade pod 18 °C tudi v najtoplejšem delu leta (julija in avgusta).

6.1.2 Prodajna HDD opcija za Ljubljano

V nadaljevanju je opisano vrednotenje prodajne HDD opcije, ki ščiti pred nepričakovano visokimi povprečnimi dnevnimi temperaturami v Ljubljani v mesecu decembru 2007 in januarju 2008. Grobo oceno vrednosti opcije dobimo s pomočjo »Burn« analize. Natančnejše vrednotenje je narejeno na osnovi temperaturnega modela izpeljanega v 5. poglavju. Osnova za model so podatki o povprečni dnevni temperaturi v obdobju od 1.1.1980 do 31.8.2007. V nadaljevanju je opisano vrednotenje neomejene in omejene prodajne HDD opcije.

Izplačilo χ , ki ga prejme kupec omejene prodajne HDD opcije ob zapadlosti je:

$$\chi = \begin{cases} \alpha(L - K) & \text{če je } H_n < L \\ \alpha(K - H_n) & \text{če je } L \leq H_n \leq K \\ 0 & \text{če je } H_n > K \end{cases}$$

Primer 1:

Vrednotimo neomejeno opcijo ($L = \infty$) s stopnjo izplačila $\alpha = 1$ EUR in mejno vrednostjo indeksa $K = 450$ za mesec december 2007 (Opcija P1). Izplačilo ob dospetju je:

$$\chi = \begin{cases} 450 - H_{31} & \text{če je } H_{31} \leq 450 \\ 0 & \text{če je } H_{31} > 450 \end{cases}$$

Opcijo vrednotimo na osnovi podatkov o povprečni dnevni temperaturi od 1.1.1980 do 31.8.2007. Predpostavimo, da je netvegana obrestna mera $r = 4\%$, tržna cena tveganja λ pa je enaka nič. Ob danih predpostavkah je cena opisane opcije na dan 31.8.2007 enaka 12,20 EUR. (»Burn« analiza nam da rezultat 12,43 EUR.)

Na enak način ovrednotimo še opcijo za mesec januar 2008 (Opcija P2). Mejna vrednost indeksa je pri tej opciji $K = 490$. Cena omenjene opcije na dan 31.8.2007 znaša 11,09 EUR. (»Burn« analiza nam da rezultat 12,51 EUR.)

Za opcijo, ki ima dvomesečno obdobje veljavnosti (1.12.2007 – 31.1.2008) in mejno vrednost indeksa $K = 940$ bi na isti dan odšteli 13,53 EUR. (»Burn« analiza nam da rezultat 17,33 EUR.)

Tabela 4: Primerjava prodajnih HDD opcij brez zgornje meje izplačila

Parameter	Opcija P1	Opcija P2	Opcija P3
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	450	490	940
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	12,20 EUR	11,09 EUR	13,53 EUR
Ocenjena vrednost (»Burn« analiza)	12,43 EUR	12,51 EUR	17,33 EUR

Vir: Lastno delo

Primer 2:

Vrednotimo omejeno opcijo za mesec december s stopnjo izplačila $\alpha = 1$ EUR in mejno vrednostjo indeksa $K = 450$, katere izplačilo ob dospetju je navzgor omejeno ($L = 400$), torej je najvišje možno izplačilo ob dospetju v vrednosti 50 EUR. Netvegana obrestna mera in tržna cena tveganja sta enaki kot pri Primeru 1, torej $r = 4\%$ in $\lambda = 0$.

Velja:

$$\chi = \begin{cases} 20 & \text{če je } H_{31} \leq 400 \\ 465 - H_{31} & \text{če je } 400 < H_{31} \leq 450 \\ 0 & \text{če je } H_{31} > 450 \end{cases}$$

Nato vrednotimo še omejeno opcijo za mesec januar ($K = 490$ in $L = 440$) in omejeno opcijo za dvomesečno obdobje, torej december in januar ($K = 940$ in $L = 840$). Vsem opcijam določimo ceno na dan 31.8.2007.

Tabela 5: Primerjava prodajnih HDD opcij z zgornjo mejo izplačila

Parameter	Opcija P4	Opcija P5	Opcija P6
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	450	490	940
Zgornja meja izplačila	50 EUR	50 EUR	100 EUR
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	10,04 EUR	9,21 EUR	12,62 EUR
Ocenjena vrednost (»Burn« analiza)	8,57 EUR	10,06 EUR	16,93 EUR

Vir: Lastno delo

6.2 Vrednotenje HDD opcije s pomočjo Monte-Carlo simulacije

6.2.1 Nakupna HDD opcija za Ljubljano

V primeru, da v opazovanem obdobju povprečna dnevna temperatura lahko zraste preko 18°C $H_n = \sum_{i=1}^n \max\{18 - T_{t_i}, 0\}$ ni normalno porazdeljena slučajna

spremenljivka. To se lahko zgodi v vseh mesecih, za katere je smiselno uporabljati HDD opcije (oktober, november, februar, marec), manj verjetno pa tudi v decembru in januarju.

Povprečna dnevna temperatura v vseh zimskih mesecih preseže 18 °C v toplejšem delu Slovenije, na primer ob obali (Koper, Piran). Cene opcije v takih primerih ne moremo določiti analitično. Potrebujemo rešitev, ki bo primerna za vsako časovno obdobje in za vsako geografsko območje. V ta namen si pomagamo z uporabo uporabe Monte Carlo simulacije.

Monte Carlo simulacija je tehnika, s pomočjo katere izračunamo matematično upanje $E(g(X(t)))$, kjer je X slučajna spremenljivka, ki je rešitev dane diferencialne enačbe, g pa je poljubna funkcija.

Matematično upanje izračunamo po formuli:

$$E(g(X(t))) \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g(\bar{X}(t, \omega_i)),$$

kjer je $\bar{X}$ približek za X .

Monte-Carlo simulacija se uporablja pri vrednotenju vseh vrst opcij in ostalih izvedenih finančnih instrumentov. Prvi jo je uporabil Phelim Boyle leta 1977. Pokazal je, kako je mogoče najti pravično ceno opcije s pomočjo simulacij gibanja cen osnovnega instrumenta. (Kapetan, 2002, str. 40)

Cena nakupne HDD opcije v času t je kot že vemo:

$$c(t) = e^{-r(t_n-t)} E^Q(\max\{H_n - K, 0\} | \mathcal{F}_t).$$

Naša naloga je, da s pomočjo Monte Carlo simulacije ocenimo:

$$E^Q(\max\{H_n - K, 0\} | \mathcal{F}_t).$$

Določimo pričakovano povprečno dnevno temperaturo za vsak dan v časovnem intervalu, ki ga določa vremenska opcija. Uporabimo že znan diskretni temperaturni model:

$$T_j = T_j^m - T_{j-1}^m + 0,2414 \cdot T_{j-1}^m + 0,7586 \cdot T_{j-1} + \sigma_\mu \varepsilon_{j-1}$$

Z uvedbo cene tveganja λ dobimo rekurzivno formulo:

$$T_j = T_j^m - T_{j-1}^m + 0,2414 \cdot T_{j-1}^m + 0,7586 \cdot T_{j-1} + \sigma_\mu (\varepsilon_{j-1} - \lambda)$$

Tako kot v poglavju 6.1 predpostavimo, da je netvegana obrestna mera $r = 4\%$, tržna cena tveganja pa $\lambda = 0$.

Za izračun T_i opravimo 10 000 iteracij. Za vsak dan in vsako iteracijo izračunamo dnevni indeks HDD in kumulativni indeks H_n . Nato za vsako od teh simulacij izračunamo ceno nakupne HDD opcije. Dokončna cena je izračunana kot povprečje cen, dobljenih s posameznimi simulacijami.

Na opisani način določimo cene nakupne HDD opcije za mesec december leta 2007 (Opcija N1) z mejno vrednostjo indeksa $K = 500$ in za mesec januar 2008 (Opcija N2) z mejno vrednostjo indeksa $K = 520$. Določimo še ceno opcije, ki pokriva obdobje dveh mesecev (december 2007 in januar 2008) in ima mejno vrednost indeksa: $K = 1020$ (Opcija N3).

Tabela 6: Primerjava nakupnih HDD opcij brez zgornje meje izplačila

Parameter	Opcija I	Opcija II	Opcija III
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	500	520	1020
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	15,86 EUR	16,66 EUR	21,16 EUR

Vir: Lastno delo

Simulacije izvajamo v programskem okolju Microsoft Excel s pomočjo dodatka za izvajanje Monte-Carlo simulacij: MCSim.xla.

Monte-Carlo metoda nam omogoča, da izvedemo 10 000 iteracij temperaturnih trajektorij in na podlagi teh iteracij izračunamo 10 000 možnosti za vrednost opcije. Poleg tega nam simulacija z uporabo dodatka MCSim.xla omogoča še analizo dobljenih rezultatov. Kot rezultat dobimo za vsako opcijo povprečno vrednost, poleg tega pa še standardni odklon, najmanjšo in največjo vrednost in histogram.

Tabela 7: Vrednost opcij in standardni odklon

	Opcija N1	Opcija N2	Opcija N3
Število iteracij	10 000	10 000	10 000
Povprečna vrednost	15,86	16,66	21,16
Standardni odklon	27,03	27,76	37,62
Največja vrednost	170,96	192,72	271,83
Najmanjša vrednost	0,00	0,00	0,00

Vir: Lastno delo

Omejeno opcijo, ki ima določeno največjo vrednost izplačila tudi pri uporabi Monte-Carlo simulacije, gledamo kot kombinacijo dveh neomejenih opcij z enako stopnjo izplačila α in različnima začetnima vrednostma indeksov K in L . Cena omejene opcije z mejno vrednostjo indeksa K in zgornjo mejo izplačila $\alpha(L - K)$ je enaka razliki med ceno neomejene opcije z začetno vrednostjo indeksa K in ceno neomejene opcije z začetno vrednostjo indeksa L . Za vsako od opcij je zato potrebno izvesti dve Monte-Carlo simulaciji.

Tabela 8: Primerjava nakupnih HDD opcij z zgornjo mejo izplačila

Parameter	Opcija N4	Opcija N5	Opcija N6
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	500	520	1020
Zgornja meja izplačila	50 EUR	50 EUR	1000 EUR
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	12,63 EUR	12,93 EUR	18,93 EUR

Vir: Lastno delo

V poglavjih 6.1.1 in 6.2.1 so izračunane cene enakih nakupnih HDD opcij na dva načina. Odstopanja med metodama so zanemarljivo majhna. Za časovna obdobja, znotraj katerih povprečna dnevna temperatura ne pade pod 18°C se lahko odločimo za katerikoli način vrednotenja. Nekoliko je primernejši prvi način (analitična metoda), saj je časovno manj zahteven. Kadar pa vrednotimo HDD opcijo za poljubno časovno obdobje, je varneje uporabiti metodo z Monte-Carlo simulacijo, saj ta ni odvisna od povprečnih dnevnih temperatur.

Tabela 9: Primerjava cen nakupnih HDD opcij (v EUR)

	Analitična metoda	Monte-Carlo simulacija	Razlika
Opcija N1	15,74	15,86	-0,76%
Opcija N2	16,63	16,66	-0,18%
Opcija N3	21,20	21,16	0,19%
Opcija N4	12,30	12,63	-2,68%
Opcija N5	13,11	12,93	1,37%
Opcija N6	19,19	18,93	-0,76%

Vir: Lastno delo

6.2.2 Prodajna HDD opcija za Ljubljano

Cena prodajne HDD opcije v času t je:

$$c(t) = e^{-r(t_n-t)} E^Q(\max\{K - H_n, 0\} | \mathcal{F}_t).$$

Naša naloga je, da s pomočjo Monte Carlo simulacije ocenimo:

$$E^Q(\max\{K - H_n, 0\} | \mathcal{F}_t).$$

S pomočjo Monte-Carlo simulacije določimo cene prodajne HDD opcije za mesec december leta 2007 (Opcija P1) z mejno vrednostjo indeksa $K = 450$ in za mesec januar 2008 (Opcija P2) z mejno vrednostjo indeksa $K = 490$. Določimo še ceno opcije, ki pokriva obdobje dveh mesecev (december 2007 in januar 2008) in ima mejno vrednost indeksa: $K = 940$ (Opcija P3).

Tabela 10: Primerjava prodajnih HDD opcij brez zgornje meje izplačila

Parameter	Opcija P1	Opcija P2	Opcija P3
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	450	490	940
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	12,30 EUR	11,40 EUR	13,20 EUR

Vir: Lastno delo

Na že znan način določimo še cene omejenih prodajnih HDD opcij (Opcija P4, Opcija P5 in Opcija P6).

Tabela 11: Primerjava prodajnih HDD opcij z zgornjo mejo izplačila

Parameter	Opcija P4	Opcija P5	Opcija N6
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	HDD	HDD	HDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.12.-31.12.2007	1.1.-31.1.2008	1.12.2007-31.1.2008
Mejna vrednost indeksa	450	490	940
Zgornja meja izplačila	50 EUR	50 EUR	100 EUR
Stopnja izplačila	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD	1 EUR/HDD
Cena	10,14 EUR	9,57 EUR	12,12 EUR

Vir: Lastno delo

V poglavjih 6.1.2 in 6.2.2 so izračunane cene enakih prodajnih HDD opcij na dva načina. Odstopanja dobljenih rezultatov, ki so tudi pri teh primerih zanemarljiva so prikazani v Tabeli 12.

Tabela 12: Primerjava cen prodajnih HDD opcij (v EUR)

	Analitična metoda	Monte-Carlo simulacija	Razlika
Opcija P1	12,20	12,30	-0,82%
Opcija P2	11,09	11,40	-2,80%
Opcija P3	13,53	13,20	2,44%
Opcija P4	10,04	10,14	-1,00%
Opcija P5	9,21	9,57	-3,91%
Opcija P6	12,62	12,12	3,96%

Vir: Lastno delo

6.3 Vrednotenje CDD opcije

Vrednotenje s pomočjo Monte-Carlo simulacije je edina možnost, kadar vrednotimo vremenske derivate na osnovi CDD indeksa. Vemo, da je:

$$CDD_i = \max\{T_i - 18_0, 0\} \text{ in } CDD = \sum_{i=1}^n CDD_i$$

Vrednotenje s pomočjo analitične metode je možno v časovnih obdobjih, v katerih povprečna dnevna temperatura ne pade pod 18°C. V Ljubljani oziroma v celi Sloveniji vemo, da povprečna dnevna temperatura lahko pade pod 18°C tudi v najtoplejšem delu leta (julija in avgusta).

6.3.1 Nakupna CDD opcija za Ljubljano

Z uporabo Monte-Carlo simulacije ovrednotimo nakupno CDD opcijo za Ljubljano za mesec julij 2008 z mejno vrednostjo indeksa $K = 150$ (Opcija C1) in za mesec avgust 2008 (Opcija C2) z mejno vrednostjo indeksa $K = 120$. Ovrednotimo še opcijo, ki pokriva obdobje dveh mesecev (julij in avgust 2008) in ima mejno vrednost indeksa $K = 270$ (Opcija C3). Pri vseh opcijah predpostavimo, da je netvegana obrestna mera 4%, cena tveganja je enaka nič, stopnja izplačila (α) pa je 1. Vse omenjene opcije so neomejene. Izvedemo 10 000 iteracij.

Tabela 13: Primerjava nakupnih CDD opcij brez zgornje meje izplačila

Parameter	Opcija C1	Opcija C2	Opcija C3
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	CDD	CDD	CDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.7.-31.7.2008	1.8.-31.8.2008	1.7.-31.8.2008
Mejna vrednost indeksa	150	120	270
Stopnja izplačila	1 EUR/CDD	1 EUR/CDD	1 EUR/CDD
Cena	12,96 EUR	7,93 EUR	12,41 EUR

Vir: Lastno delo

Omenjene opcije ovrednotimo še s pomočjo »Burn analize«. Pri tem velja ponovno opozoriti, da je »Burn analiza« zelo nenatančna metoda in nam da le grobo oceno oziroma velikostni razred za vrednost posamezne opcije.

Tabela 14: Vrednost nakupnih CDD opcij na podlagi »Burn analize«

	Opcija C1	Opcija C2	Opcija C3
Cena	11,79 EUR	7,60 EUR	16,10 EUR

Vir: Lastno delo

Vrednost omejene nakupne CDD opcije določimo kot razliko cen dveh neomejenih nakupnih CDD opcij, saj je nakup CDD z mejno vrednostjo indeksa K in zgornjo mejo izplačila $\alpha(L - K)$ enak nakupu neomejene nakupne CDD opcije z mejno vrednostjo indeksa K in prodaji neomejene nakupne CDD opcije z mejno vrednostjo indeksa L .

Kot primer ovrednotimo nakupno CDD opcijo za Ljubljano za meseca julij 2008 (Opcija C4) in avgust 2008 (Opcija C5) z mejnima vrednostma indeksov $K = 150$ in $K = 120$ in največjim možnim izplačilom 30 EUR in opcijo, ki pokriva obdobje obeh mesecev in ima mejno vrednost indeksa: $K = 270$ (Opcija C6) in največje možno izplačilo 60 EUR. Tudi pri omenjenih opcijah predpostavimo, da je netvegana obrestna mera 4%, cena tveganja je enaka nič, stopnja izplačila (α) pa je 1. Vse omenjene opcije so neomejene.

Tabela 15: Primerjava nakupnih CDD opcij z zgornjo mejo izplačila

Parameter	Opcija C4	Opcija C5	Opcija C6
Vremenska postaja	Ljubljana	Ljubljana	Ljubljana
Indeks	CDD	CDD	CDD
Tip	nakupna opcija	nakupna opcija	nakupna opcija
Obdobje	1.7.-31.7.2008	1.8.-31.8.2008	1.7.-31.8.2008
Mejna vrednost indeksa	150	120	270
Zgornja meja izplačila	30 EUR	30 EUR	60 EUR
Stopnja izplačila	1 EUR/CDD	1 EUR/CDD	1 EUR/CDD
Cena	7,71 EUR	5,42 EUR	9,88 EUR
Ocenjena vrednost (»Burn« analiza)	7,65 EUR	7,34 EUR	12,46 EUR

Vir: Lastno delo

7 ZAKLJUČEK

Podjetja so v današnjem hitro spreminjajočem se okolju izpostavljena različnim tveganjem. Obvladovanje tveganj je pogoj za uspešno poslovanje podjetij. Pomembno je, da podjetja znajo določiti, katerim tveganjem in v kolikšni meri so izpostavljena, saj je poznavanje pogoj za ustrezno vrednotenje le teh.

Eno od tveganj je izpostavljenost različnim vremenskim razmeram. Podjetja se lahko pred negativnimi vremenskimi pojavi zavarujejo s sklenitvijo klasične premoženjske zavarovalne police. Na ta način se zavarujejo za primer ekstremnih vremenskih dogodkov, kot so vihar, toča, poplava, suša, ... Pri klasični obliki zavarovanja mora zavarovanec dokazati, da je utrpel škodo zaradi določene zavarovane nevarnosti. Mnoga podjetja pa niso izpostavljena le ekstremnim vremenskim dogodkom. Vpliv na poslovanje podjetij imajo tudi odstopanja od normalnih oziroma pričakovanih vremenskih razmer v daljšem časovnem obdobju. Podjetja, ki se na primer ukvarjajo z distribucijo energentov imajo v primeru mile zime izgubo ali pa vsaj nižji dobiček od pričakovanega. Zimske temperature neposredno vplivajo na količino snežnih padavin in s tem na dobiček zimsko športnih središč. Poleg naštetega podnebne razmere vplivajo tudi na transport, poljedelstvo, gradbeništvo, maloprodajo, ... V tem primeru klasične oblike zavarovanja ne ponujajo ustrezne zaščite.

V zadnjih desetletjih smo priča vse večjemu globalnemu segrevanju ozračja in s tem povezanim podnebnim spremembam. Poleg zviševanja povprečnih temperatur se spreminja tudi jakost sončnega obsevanja, padavinski režim, pokritost tal s snežno odejo, veter, ... Vsi ti vremenski dejavniki vplivajo na poslovanje mnogih podjetij.

V Združenih državah Amerike se je konec devdesetih let prejšnjega stoletja začel razvijati trg z izvedenimi vremenskimi finančnimi instrumenti. Povod za razvoj trga je bil pojav El Niña, ki je povzročil nenavadno milo zimo 1997-98.

Najpogosteje se trguje z vremenskimi derivati, pri katerih je vrednost odvisna od temperaturnih indeksov kot sta dnevna stopnja segrevanja HDD in dnevna stopnja hlajenja CDD. Manj pogosto se uporabljajo ostali temperaturni indeksi, zelo malo pa indeksi vezani na ostale vremenske podatke.

Iz ZDA se je v začetku enaindvajsetega stoletja trgovanje z vremenskimi derivati razširilo v Evropo in na Japonsko, kasneje pa še v ostale dele sveta. Najbolj razviti trgi v Evropi so v Franciji, Veliki Britaniji, Skandinaviji in Nemčiji.

V Sloveniji je trg z izvedenimi vremenskimi finančnimi instrumenti popolnoma nerazvit. Podjetja tako nimajo možnosti, da bi se učinkovito zaščitila pred izgubo dobička, ki jo lahko povzročijo globalne vremenske spremembe. Na razpolago imajo le klasične oblike premoženjskega zavarovanja, ki jih ščitijo pred ekstremnimi vremenskimi dogodki.

V magistrskem delu so predstavljene možnosti za zaščito pred vremenskimi tveganji. Na osnovi konkretnih temperaturnih podatkov za časovno obdobje 28 let je prikazano vrednotenje vremenskih derivatov. Ob danih predpostavkah o netvegani obrestni meri in ceni tveganja so narejeni izračuni cen nekaj vremenskih opcij. Izračuni so opravljeni na dva načina za opcije, ki to dopuščajo, za ostale pa le na en način.

Prvi način je analitični. Njegova prednost je v preprostosti in časovni nezahtevnosti. Žal ta način v večini primerov ni uporaben, saj mora povprečna dnevna temperatura v času veljavnosti opcije zadoščati dokaj ostrim kriterijem. Pri primeru izračuna sem izbrala časovno obdobje, ki tem kriterijem zadošča.

Drugi način določanja cene opcij je z uporabo Monte-Carlo simulacije. Ta način je uporaben za vsa časovna obdobja brez temperaturnih omejitev. Žal pa tudi ta način ni brez slabosti. V primerjavi z analitičnim načinom je časovno zelo zahteven. Določitev cene lahko traja tudi več ur, odvisno od tega, koliko iteracij opravimo. Omenjena slabost pa v sodobnem času, ko smo priča hitremu napredku strojne in programske opreme ni problematična.

LITERATURA IN VIRI

1. Alaton P., Djehiche B. & Stillberger D. (2002). *On Modeling and Pricing Weather Derivatives*. Najdeno 12. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.math.kth.se/matstat/fofu/reports/weather.pdf>
2. Bajuk E, Dedič J., Makovšek A., Pipan G., Platovšek H. & Vidic K. (2004). *Opcije*. Seminarska naloga. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
3. Bajuk, E. (2005). *Uporaba izvedenih finančnih instrumentov za zavarovanje valutnega tveganja v slovenskih depozitnih finančnih institucijah*. Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
4. Bodie Z., Kane A. & Marcus A. J. (2006) *Investments*. (3rd ed.) Chicago: IRWIN.
5. Cao M., Li A. & Wei J. (2003). *Weather Derivatives: A New Class of Financial Instruments*. Toronto: University of Toronto.
6. Considine G. (b.l.). Introduction to Weather Derivatives. *Aquila Energy*. Najdeno 10. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.cmegroup.com/trading/weather/files/WEA_intro_to_weather_der.pdf
7. Das S. (1994). *Swap and Financial derivatives : The Global Reference to Products, Pricing, Applications and Markets*. (2nd ed.). Chicago: Irvin.
8. Doles J. (2004). Izvedeni finančni instrumenti. Vrste in njihova uporaba v Sloveniji. *Nova Ljubljanska banka*. Najdeno 5. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.nlb.si/images/_doc/izvedeni-uporaba-slo.pdf
9. Doles J. (2005). Druga generacija obrestnih izvedenih finančnih instrumentov. *Bančni vestnik*, (1-2), 50-52.
10. Dolinar M. (2006). *Podnebje Slovenije z vidika ekstremnih vremenskih dogodkov*. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
11. Exponential Growth in Weather Risk Management Contracts. (2006, junij). *WRMA*. Najdeno 11. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.wrma.org/wrma/library/WRMASurveyresultsrelFINAL.doc>
12. Fusaro P. C. (2005, 15. oktober). Weather Derivatives Starting to Rocket. *Energy Hedge, Formerly Fusaro Focus*, 1 (10), 1-2.
13. Gore A. (2007). *Neprijetna resnica*. Ljubljana: Mladinska knjiga Založba.
14. Hull J. C. (2005). *Options, Futures, and Other Derivatives*. (6th ed.) New Delhi: Pearson/Prentice Hall of India.
15. Izjemen padavinski dogodek 18. septembra 2007. Ljubljana. (2007). *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 12. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/padavine_18sep07.pdf.

16. Jewson S. & Brix A. (2005). *Weather Derivative Valuation*. Cambridge: Cambridge University Press.
17. Kajfež Bogataj L. (2008). Zavarovalnice v primežu podnebnih sprememb. *Zbornik XV. Dni slovenskega zavarovalništva, 2. del* (str. 137-146). Portorož: Slovensko zavarovalno združenje.
18. Kajfež Bogataj L. (b.l.). *Podnebne spremembe – neprijetna resnica tudi za Slovenijo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani in IPCC Ženeva.
19. Kapetan J. (2002). *Azijske opcije*. Diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
20. Kidwell D. S., Peterson R. L. & Blackwell D. W. (1996). *Financial Institutions, Markets and Money*. (6th ed.) Orlando: The Dryden Press.
21. Kim H. Suk & Kim H. Seung (1996). *Global corporate finance: text and cases*. (3rd ed.) Cambridge: Blackwell Publishers, Inc.
22. Kimball J. D. (1996). *Financial Services and Financial Institutions: Value Creation in Theory and Practice*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
23. Kotlica T. (2007). *Prednosti in tveganja naložbenih certifikatov z vidika vlagatelja*. Diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
24. Lenarčič M. (2002). *Vrednotenje naložb: realne opcije pri investicijskem odločanju*. Specialistično delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
25. Luenberger D. G. (1998). *Investment Science*. New York: Oxford University Press, Inc.
26. Markoja V. (2003). *Blagovna borza in londonska borza kovin*. Diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
27. Mörec. B. (2008). Izpeljani finančni instrumenti v računovodskih izkazih zavarovalnic – kako jih pripoznati in meriti? *Zbornik XV. Dni slovenskega zavarovalništva, 2. del* (str. 367-377). Portorož: Slovensko zavarovalno združenje.
28. Mrak M. (2002). *Mednarodne finance*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
29. Pilipovič Lužar B. (2004). *Analiza standardiziranih izvedenih finančnih instrumentov na delniške indekse*. Diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
30. Podnebne razmere v Sloveniji (Obdobje 1971-2000). (2006, november). *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 12. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf
31. Podnebne spremembe. (2005). *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 12. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Podnebne_spremembe.pdf
32. *Podnebne spremembe*. (2005, maj). Priročnik. Zreče: Fokus.

33. Potužnik M. & Hinow P. (1997). *Deterministic patterns in pseudorandom point sets*. Najdeno 12. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.ima.umn.edu/~hinow/workshop_97.pdf
34. Povprečna letna hitrost vetra na 10-ih m nad tlemi. *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 11. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4042.html>
35. Povprečna letna temperatura zraka. *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 11. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4013.html>
36. Povprečna letna vsota korigiranih padavin. *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 11. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4027.html>
37. Pungraičič S. (2008). Klimatske spremembe in modeliranje katastrofalnih tveganj. *Zbornik XV. Dni slovenskega zavarovalništva, 2. del* (str. 187-198). Portorož: Slovensko zavarovalno združenje.
38. Randalls S. (b.l.). Weather, finance and meteorology: forecasting and derivatives. *University of Birmingham*. Najdeno 15. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.meteohistory.org/2004polling_preprints/docs/abstracts/randalls_abstract.pdf
39. Ribnikar I. (1996). Izvedeni finančni instrumenti. *Bančni vestnik*. (7-8), 52-54.
40. Ross N. (2002). European Weather Derivatives. Working party report. *General Insurance Convention*. Najdeno 15. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.actuaries.org.uk/_data/assets/pdf_file/0020/18722/Ross.pdf
41. Slak L. (2005). *Obvladovanje tveganj v bančnem poslovanju po novem kapitalskem sporazumu Basel II*. Magistrsko delo. Ljubljana: Fakulteta za podiplomske državne in evropske študije.
42. Steele J. M. (2001). *Stochastic Calculus and Financial Applications*. New York: Springer.
43. Stulz R. M. (2006). *Demistifying Financial Derivatives*. Boston: Cornerstone Research.
44. Svec J. & Stevenson M. (2007). Modeling and forecasting temperature based weather derivatives. *Global Finance Journal*.
45. Taylor J. W. & Buizza R. (2006). Density forecasting for weather derivative pricing. *International Journal of Forecasting* 22, str.29-42.
46. Trajanje snežne odeje. *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 15. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Zgibanka-trajanje_snezne_odeje.pdf

47. *Understanding Options Trading*. (2007, julij) Najdeno 10. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.asx.com.au/markets/pdf/UnderstandingOptions.pdf>
48. Veselinovič D. (1998). *Opcije in drugi terminski izvedeni finančni instrumenti*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
49. Vreme in podnebje – zanimivosti. *Agencija Republike Slovenije za okolje*. Najdeno 11. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si/vreme/zanimivosti/>.
50. The Weather Risk Management Industry. *WRMA*. Najdeno 15. maja 2008 na spletnem naslovu [http://www.wrma.org/wrma/library/2002SurveyResults.ppt#309,18,Survey Results, Notional Value by Region](http://www.wrma.org/wrma/library/2002SurveyResults.ppt#309,18,Survey%20Results,Notional%20Value%20by%20Region)
51. Winstone D. (1995). *Financial Derivatives – Hedging with Futures, Forwards, Options and Swaps*. London: Chapman & Hall.
52. Zakon o ratifikaciji kjotskega protokola k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja. (2002), *Uradni list RS*. (Št. 60/2002, 10. julij 2002).
53. Zakon o trgu finančnih instrumentov , *Uradni list RS*. (Št. 67/2007, 27. julij 2007, 100/2007, 2. november 2007).
54. Zeng L. (2000). Pricing Weather Derivatives. *Journal of Risk Finance*, 1 (3), 72-78.
55. 2006 Survey Results. (2006, junij). *Weather Risk Management Association*.