

# WEATHER DERIVATIVES – INNOVATIVE PRODUCT OF FUTURES MARKET

## VREMENSKE IZVEDENICE – INOVATIVNI PROIZVOD TERMINSKOG TRŽIŠTA

LAZIBAT, Tonci & ZUPANIC, Ivana

**Abstract:** *It is hard to find any business sector whose business results are not, directly or indirectly, influenced by weather. And while weather risk may be the oldest risk businesses face with, it was not until recently that an effective management solution was developed. Paper presents weather risk specificities that lead to new risk management tool development. Further on, weather derivatives are explained and weather contract parameters are outlined. In the end an example of weather transaction is given.*

**Key words:** *weather risk, weather derivatives, hedging, weather index*

**Sažetak:** *Gotovo da ne postoji gospodarska djelatnost čiji poslovni rezultati nisu, izravno ili neizravno, podložni utjecaju vremenskih prilika. I dok su nepovoljne vremenske prilike možda najstariji rizik s kojim se poduzeća susreću, tek je nedavno razvijeno rješenje za učinkovito upravljanje istim. U radu se navode specifičnosti vremenskog rizika koje su ujedno i dovele do potrebe razvoja novog instrumenta upravljanja rizikom i objašnjava se pojam vremenskih izvedenica. Dan je prikaz elemenata vremenskog terminskog ugovora i primjer vremenske terminske transakcije.*

**Ključne riječi:** *vremenski rizik, vremenske izvedenice, hedging, vremenski indeks*



**Authors` data:** Tonci, **Lazibat**, prof.dr.sc., Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, tlazibat@efzg.hr; Ivana, **Zupanic**, univ.spec.oec., Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, izupanic@efzg.hr

## 1. Uvod

Istraživanja procjenjuju kako su četiri petine globalnog gospodarstva, izravno ili neizravno, podložne utjecaju vremenskih prilika [1] što znači da nepovoljne vremenske prilike rezultiraju neočekivano visokim troškovima i izgubljenim prihodima u gotovo svakoj poslovnoj djelatnosti. I dok se tradicionalno vjerovalo da se nemoguće zaštititi od nepovoljnih vremenskih prilika, razvoj inovativnih proizvoda terminskog tržišta omogućio je tvrtkama prijenos spomenutog rizika na treće osobe. Vremenske izvedenice (engl. weather derivatives) novi su alat upravljanja rizikom koji omogućuje poslovnim subjektima da se zaštite od smanjenja proizvedene, odnosno potraživane količine roba i usluga, koje je uzrokovano nepovoljnim vremenskim prilikama. Pojednostavljeno, uporabom odgovarajućih vremenskih izvedenica proizvođači i distributeri prirodnog plina mogu se zaštititi od neuobičajeno tople zime kada je potrošnja plina manja od uobičajene; proizvođači osvježavajućih pića mogu se zaštititi od hladnijih ljeta; poljoprivrednici se mogu zaštititi od nedovoljne (ili prekomjerne) količine padalina tijekom razdoblja rasta; skijališta se mogu zaštititi od manjih no očekivanih količina snijega; gradske vlasti se mogu zaštititi od većih no očekivanih količina snijega itd. Cilj ovog rada je upoznati znanstvenu javnost, kao i potencijalne korisnike, s novim instrumentom zaštite od nepovoljnih vremenskih prilika, objasniti specifičnosti vremenskog rizika zbog kojih je bilo potrebno razviti novi alat upravljanja rizikom i na primjeru pojasniti način funkcioniranja vremenskih izvedenica.

## 2. Vremenski rizik

Rizik nepovoljnih vremenskih prilika, skraćeno vremenski rizik, predstavlja nesigurnost u budućim novčanim tokovima kao posljedica nekatastrofalnih vremenskih prilika [2]. Nekatastrofalne vremenske prilike odnose se na manja odstupanja od „normalnih“, odnosno uobičajenih vremenskih prilika kao što su toplija no uobičajena zima i hladnije no uobičajeno ljeto. Osim temperaturnih odstupanja, nekatastrofalne vremenske prilike obuhvaćaju i odstupanja od uobičajene količine kiše i snijega, brzine vjetra, broja sunčanih sati, dana u kojima je zabilježena pojava mraza ili magle itd. Nekatastrofalne vremenske prilike mogu se sažeti na one vremenske uvjete koji utječu na visinu prihoda i/ili troškova poslovnih subjekata no ne ugrožavaju živote i imovinu. Za razliku od njih, katastrofalne vremenske prilike obuhvaćaju poplave, potrese, oluje i vjetrove razorne snage. Imaju nisku vjerojatnost pojavljivanja, a dogode li se izazivaju velike financijske štete. Iz tog su razloga katastrofalni vremenski rizici primarni interes osiguravatelja, a ne terminskog tržišta [3]. Iako su vremenske prilike oduvijek predstavljale značajan izvor rizika za mnoga poduzeća, na važnosti su dobile tek posljednjih godina kako su učinci klimatskih promjena postajali sve očitiji. Prema istraživanju o osjetljivosti gospodarstava na vremenske prilike koje je Weatherbill, Inc. proveo na 68 zemalja [4], Hrvatska se prema apsolutnom iznosu bruto nacionalnog proizvoda podložnog vremenskom riziku nalazi na 56. mjestu. Međutim, stavi li se taj iznos u odnos sa ukupnim BDP-

om dolazi se do alarmantnog otkrića da je 34% hrvatskog gospodarstva izravno podložno vremenskom riziku. Vremenske prilike od ostalih se izvora rizika razlikuju po tome što utječu na količinu potražnje za određenim dobrom a ne na cijenu po kojoj se to dobro prodaje [5]. Toplije zime, primjerice, rezultiraju manjom potražnjom za prirodnim plinom i loživim uljem, dok hladnija ljeta rezultiraju manjom popunjenošću kapaciteta za hotele i zrakoplovne kompanije. Iako se cijena hotelske sobe, zrakoplovne karte ili neke druge robe može promijeniti kao odgovor na neuobičajeno visoku ili nisku potražnju, prilagodbe cijena ne moraju nužno kompenzirati izgubljene prihode. Iz tog razloga, klasične izvedenice koje se koriste u svrhu hedgiranja cijene nisu prikladne za upravljanje ovom vrstom rizika te je bilo potrebno razviti novu vrstu financijskih izvedenica – tzv. vremenske izvedenice. Osim na potražnju, vremenske prilike utječu i na ponudu, tj. proizvedenu količinu. Sektor graditeljstva, primjerice, u velikoj je mjeri ovisan o vremenskim prilikama na način da niske temperature i obilne padaline mogu uzrokovati zakašnjenja u izvođenju radova te posljedično plaćanje penala. Vremenske prilike također značajno utječu na količinu i kvalitetu prinosa u poljoprivredi. Navedeni sektori samo su neki od mnogih čiji su rezultati poslovanja izloženi vremenskim prilikama.

### 3. Vremenske izvedenice

Vremenske izvedenice su izvedeni financijski instrumenti čija se isplata temelji na nastupu određenih vremenskih prilika, a služe kao sredstvo zaštite od nepovoljnih vremenskih prilika [6]. Relativno su nov proizvod na tržištu i korijene vuku iz deregulacije i privatizacije energetskog sektora u SAD-u koja je započela sredinom 1990-ih [7]. Promjenjivost vremenskih prilika oduvijek je smatrana jednim od glavnih faktora koji utječu na potrošnju energije, no u uvjetima monopola nije bilo potrebe za hedgiranjem ni cijene ni količine, pošto je sve nepredvidive troškove bilo moguće prebaciti na potrošače. Ukidanjem monopola, suočeni sa konkurentnijim tržišnim strukturama, svi su sudionici opskrbnog lanca shvatili da dok se od rizika promjene cijene mogu zaštititi terminskim ugovorima na energiju i opcijama na terminske ugovore, ne postoji učinkoviti način na koji se mogu zaštititi od nepovoljnih vremenskih prilika koje dramatično utječu na potražnju za njihovim proizvodom. U takvim je uvjetima, 1997. godine stvorena prva vremenska izvedenica, a transakcija je provedena između dviju velikih energetskih kompanija.

Vremenske izvedenice mogu se definirati kao terminski ugovori ili opcije na terminske ugovore u čijoj podlozi stoji vremenski indeks koji je dobiven kvantificiranjem odstupanja vremenskih prilika (temperature, kiše, snijega, vjetera, mraza itd.) od izabrane referentne točke. Odstupanje se izračunava na temelju opservacije stvarnih vremenskih prilika u referentnoj klimatološkoj stanici. Potom se svakom stupnju odstupanja pridaje određena novčana vrijednost, a ugovori postaju vrijedni kada razina izabrane vremenske varijable padne ispod ili naraste iznad referentne vrijednosti, ovisno o zauzetoj poziciji. Na taj je način vrijeme pretvoreno u dobro kojim je moguće trgovati, tj. u robu. [8] Tržište vremenskih izvedenica jedno je od najnovijih tržišta izvedenica i trenutno najbrže rastuće tržište izvedenica [9]. Riječ

je o relativno novom tržištu iako su vremenske prilike možda najstariji rizik s kojim se poduzeća susreću. Najočiti i najizravni utjecaj vremenskih prilika vidljiv je u sektoru energetike i plina, poljoprivrede i turizma, no vremenski je ugovor moguće kreirati za potrebe svake djelatnosti čiji su prihodi, odnosno troškovi, podložni nepovoljnom utjecaju vremena – za potrebe sektora građevinarstva, industrije osvježavajuće hrane i pića, proizvodnje, ugostiteljstva, maloprodaje, zabavnih parkova i svih vrsta kulturnih i sportskih događaja na otvorenome. Trenutno postoje ugovori na temelju temperature, količine padalina (kiše i snijega), brzine vjetrova, pojave mraza i naoblake, broja sunčanih sati itd., a moguće ih je kreirati na temelju gotovo svake vremenske varijable koju je moguće mjeriti. Vremenske su izvedenice postigle zavidan uspjeh u SAD-u i predviđa im se svjetla budućnost u Europi.

Poslovni subjekti se odlučuju na zaštitu od vremenskog rizika upotrebom vremenskih izvedenica najčešće kako bi smanjile volatilitnost ostvarenih prihoda, pokrile prekomjerne troškove, nadoknadile izgubljene prihode, stimulirale prodaju i diversificirale investicijski portfelj [10]. S obzirom na to da su prihodi poduzeća podložni riziku promjene cijene i riziku promjene količine, vremenske izvedenice najučinkovitije su koriste li se u kombinaciji sa klasičnim robnim izvedenicama. Takva strategija zaštite od rizika naziva se unakrsni hedging (engl. cross-hedging).

#### 4. Struktura vremenskog terminskog ugovora

Osnovne vrste vremenskih izvedenica uključuju vremenske futures i forwards ugovore, swapove i opcije na futures/forward ugovore. Kombinacijom spomenutih ugovora moguće je kreirati naprednije strategije trgovanja. Odabir prikladnog ugovora ovisi prvenstveno o averziji kupca i prodavatelja prema riziku te o njihovim očekivanjima glede budućnosti. Neovisno o kojoj je vrsti vremenskih izvedenica riječ, vremenski terminski ugovori moraju sadržavati određene elemente koji ih čine valjanima (elementi ugovora označeni su slovima u zagradama od *a* do *g*) [8]. Ugovorom mora biti definirana (a) klimatska varijabla na osnovu koje se kreira vremenski indeks, (b) referentna klimatološka stanica u kojoj se provode mjerenja i (c) vremenski period tijekom kojeg se prate određene klimatske varijable. Definiranost ova tri elementa nužna je za izračunavanje (d) vremenskog indeksa. Vremenski indeksi predstavljaju kvantifikaciju klimatskih varijabli pošto klimatskim varijablama kao takvima nije moguće trgovati. Najčešće korišteni vremenski indeksi su temperaturni indeksi - tzv. HDD (engl. heating degree days) indeks za zimsko razdoblje i CDD (engl. cooling degree days) indeks za ljetno razdoblje. HDD mjeri za koliko je stupnjeva prosječna dnevna temperatura bila ispod 65°F (18°C), a CDD mjeri za koliko je stupnjeva prosječna dnevna temperatura bila iznad 65°F (18°C). Kao referentna temperatura najčešće se uzima 65°F za područje Europe i Azije, odnosno 65°F za područje Amerike, jer je riječ o ugodnoj sobnoj temperaturi na kojoj teoretski nije potrebno ni grijati ni hladiti. Nadalje, za strukturu ugovora bitno je odrediti isplatu funkciju koja je osim vremenskim indeksom definirana (e) izvršnom razinom i (f) novčanom vrijednošću otkućaja. Funkcija isplate pretvara indeks u novčani tok i u većini ugovora jednaka je umnošku odstupanja indeksa od utvrđene

izvršne razine i novčane vrijednosti otkućaja [11]. Izvršna razina (engl. strike level, exercise level) označava prag prijelazom kojega nastupa ugovorom određena isplata. Cijena po kojoj se neki vremenski ugovor prodaje ili kupuje jednaka je izvršnoj razini. U tom se pogledu izvršna razina može poistovjetiti sa cijenom klasičnih izvedenica. Izvršna razina najčešće se određuje kao prosjek povijesnih vremenskih prilika. Otkućaj (engl. tick) označava minimalnu promjenu indeksa, a pridana mu novčana vrijednost označava minimalnu fluktuaciju u cijeni ugovora. Na trenutno jedinom organiziranom tržištu vremenskih izvedenica Chicago Mercantile Exchangeu (CME) veličina otkućaja za temperaturne ugovore iznosi jedan HDD/CDD stupanj i pridana mu je novčana vrijednost od 20\$. Trgovac koji je kupio vremenski terminski ugovor ostvaruje zaradu ako je indeks veći od izvršne razine. I obrnuto, prodavatelj vremenskog terminskog ugovora ostvaruje zaradu ako je indeks manji od izvršene razine. Funkcije isplate za kupovinu ( $P_{\text{long}}$ ) i prodaju ( $P_{\text{short}}$ ) vremenskih terminskih ugovora određene su sljedećim formulama [12];

$$P_{\text{long}} = T \times \max [(W - S), 0] \quad (1)$$

$$P_{\text{short}} = T \times \max [(S - W), 0] \quad (2)$$

gdje  $W$  označava vremenski indeks izmjeren za vrijeme trajanja ugovora,  $S$  prethodno utvrđenu izvršnu razinu, a  $T$  novčanu vrijednost otkućaja. Trgovcu na raspolaganju stoji i kupnja opcija na vremenske ugovore koja mu daje pravo da kupi/proda odnosni terminski ugovor ukoliko nastupe vremenske prilike koje mu osiguravaju isplatu, odnosno ako se vremenski indeks okrene u njegovu korist. Istovremeno, ukoliko nastupe vremenske prilike koje ne osiguravaju isplatu, trgovac može odustati od svog prava da iskoristi opciju i u tom slučaju gubi samo uplaćenu premiju. Opcije koje daju pravo kupnje vremenskog ugovora zovu se call opcije. Opcije koje daju pravo prodaje vremenskog ugovora zovu se put opcije. Funkcije isplate za call i put opcije jednake su funkcijama isplata za kupovinu i prodaju terminskih ugovora, s time da od svakog iznosa isplate treba oduzeti trošak premije. Većina vremenskih ugovora ima ( $g$ ) ograničenu maksimalnu isplatu po ugovoru koja služi kao zaštita u slučaju ekstremnih vremenskih prilika. Limiti se nazivaju „caps“ u slučaju call opcija, odnosno „floors“ u slučaju put opcija [13]. Funkcije isplate za limitirane call i put opcije određene su sljedećim formulama [3];

$$P_{\text{cap}} = \min [T \times \max \{(W - S), 0\}, \text{limit}] - \text{premija} \quad (3)$$

$$P_{\text{floor}} = \min [T \times \max \{(S - W), 0\}, \text{limit}] - \text{premija} \quad (4)$$

## 5. Opcije na vremenske terminske ugovore

Kako bi demonstrirali hedging potencijal opcija na vremenske terminske ugovore i način funkcioniranja limita uzmimo kao primjer distributera plina smještenog u blizini Chicaga koji se želi zaštititi od viših no uobičajenih temperatura tijekom prosinca. Toplija zima znači manju potrebu za grijanjem, stoga i niže prihode za poslovni subjekt. Neuobičajeno visoke temperature rezultirat će nižim kumulativnim

HDD indeksom, stoga distributer plina treba izabrati strategiju kojom će se zaštititi od smanjenja razine indeksa. Distributer se odlučuje za kupnju HDD put (floor) opcije jer želi ograničiti maksimalan gubitak na terminskome tržištu i profitirati u osnovnom poslu u slučaju hladnije zime. Ukoliko nastupi blaga zima, distributer će iskoristiti vremensku opciju i ostvariti dobit na terminskom tržištu kojom će pokriti gubitak u osnovnome poslu. Ukoliko nastupi oštra zima, distributer će pustiti opciju da istekne i izgubiti samo uplaćenu premiju čiji će trošak pokriti prihodima iz osnovnog posla. Na temelju prosječnih dnevnih temperatura u prosincu tijekom proteklih 10 godina postavljena je izvršna razina na 1.200 HDD stupnjeva (kumulativ dnevnih HDD stupnjeva). Transakcija se odvija na CME tržištu gdje se svakom stupnju odstupanja pridaje novčana vrijednost od 20\$. Limit je postavljen na iznos od 15.000\$. Distributer kupuje put opciju koja pokriva mjesec prosinac i stečena prava plaća 3.000\$. Pretpostavimo da se po dospijeću ugovora uspostavlja da je prosinac ove godine bio topliji od desetogodišnjeg prosjeka zbog čega je došlo do smanjenja kumulativnog HDD indeksa, upravo čega se distributer pribojavao. Viša prosječna dnevna temperatura rezultirala je kumulativnim mjesečnim indeksom od 1.000 HDD stupnjeva, stoga distributer odlučuje iskoristiti svoju opciju. Po dospijeću ugovora prodaje vremenski terminski ugovor po izvršnoj cijeni od 1.200 HDD stupnjeva i kupuje isti po cijeni od 1.000 HDD stupnjeva, te ostvaruje prihod od 4.000\$  $[(1.200 \text{ HDD} - 1.000 \text{ HDD}) \times 20\$]$ . Od tog iznosa potrebno je oduzeti iznos premije kako bi se odredio finalni rezultat distributera. Prema tome, dobit distributera u terminskoj trgovini iznosi 1.000\$ po ugovoru. Želi li distributer pokriti veću izloženost vremenskom riziku, treba kupiti odgovarajući broj terminskih ugovora.

Da je tijekom mjeseca prosinca zabilježena razina indeksa od 400 HDD stupnjeva, odstupanje od izvršne razine iznosilo bi 800 HDD stupnjeva, međutim isplata bi iznosila 15.000\$ (a ne 16.000\$) jer je postavljen limit na isplatu. Naravno, i od iznosa limita potrebno je oduzeti visinu premije kako bi se izračunao neto financijski rezultat distributera. Prema tome, maksimalna neto isplata distributera u ovom slučaju iznosi 12.000\$ dok je maksimalan gubitak jednak trošku premije i iznosi 3.000\$. Također se uočava da opcija ne postaje profitabilna samim prijelazom indeksa ispod izvršne razine već da minimalna razlika među njima mora biti jednaka iznosu premije kako bi se pokrio trošak transakcije.

## 6. Zaključak

Vremenske izvedenice novi su alat upravljanja rizikom koji omogućuje poduzećima da stabiliziraju svoje prihode uslijed neizvjesnosti vremenskih prilika na način da se zaštite od rizika promjene količine, za razliku od klasičnog hedgiranja cijene. Vremenski hedge može se koristiti radi naknade izvanrednih troškova, pokrića izgubljenih prihoda ili kao financijska podloga za marketinšku kampanju ili program sniženja. Nadalje, vremenske izvedenice mogu koristiti poduzeća iz gotovo svake djelatnosti i moguće ih je kreirati na temelju velikog broja klimatskih varijabli. Zahvaljujući širokoj raznolikosti vremenskih ugovora koji postoje danas na tržištu, poduzećima je omogućeno da hedgiraju upravo pravu količinu rizika. Na temelju

pobliže objašnjene vremenske opcije, može se zaključiti kako je nužno da poslovni subjekt prije svega utvrdi koje klimatske varijable u najvećoj mjeri utječu na njegovo poslovanje te da kvantificira utjecaj tih varijabli na svoje poslovne rezultate. U protivnome poduzeće ne može biti posve sigurno je li izabralo najpogodniju strategiju trgovanja i može li podnijeti rizik i trošak te transakcije.

## 7. Literatura

- [1] Auer, J. (2003) Weather Derivatives Heading for Sunny Times, *Frankfurt Voice*, Deutsche Bank Research, str. 1-8 *Dostupno na:* [http://www.dbresearch.com/PROD/DBR\\_INTERNET\\_EN-PROD/PROD0000000000052399.pdf](http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD0000000000052399.pdf). *Pristup:* 16-02-2010
- [2] Brockett, P. L., Wang, M. & Yang, C. (2005) Weather derivatives and weather risk management, *Risk Management and Insurance Review*, Vol. 8, No. 1, str. 127-139., ISSN: 1098-1616
- [3] Liu, X. (2006) *Weather Derivatives: A Contemporary Review and Its Application in China*, Magistarski rad, University of Nottingham
- [4] Weatherbill, Inc. (2008) Global Sensitivity: A Comparative Study, kolovoz, str. 1-43. *Dostupno na:* <http://www.weatherbill.com/assets/LandingPageDocs/Global-Weather-Sensitivity.pdf>. *Pristup:* 30-03-2010
- [5] Edrich, C. (2003) Weather risk management, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, Vol. 11, No. 2, str. 164-168., ISSN: 1358-1988
- [6] The Risk Limited Glossary, *Dostupno na:* <http://www.riskex.com/glossary-az.htm> *Pristup:* 25-03-2010
- [7] Cao, M., Li, A. & Wei, J. (2004) Watching the Weather Report, *Canadian Investment Review*, Vol. 17, No. 2, str. 27-33. *Dostupno na:* [http://www.rotman.utoronto.ca/~wei/research/CIR\\_2004.pdf](http://www.rotman.utoronto.ca/~wei/research/CIR_2004.pdf). *Pristup:* 25-01-2010
- [8] Lazibat, T., Županić, I. & Baković, T. (2009) Vremenske izvedenice kao instrumenti terminskih tržišta, *Ekonomika misao i praksa*, Vol. 18, No. 1, str. 59-78., ISSN: 1330-1039
- [9] Chicago Mercantile Exchange. *Dostupno na:* <http://www.cme.com/trading/prd/weather/>. *Pristup:* 16-10-2009
- [10] Leggio, K.B. (2007) Using weather derivatives to hedge precipitation exposure, *Managerial Finance*, Vol. 33, No. 4, str. 246-252., ISSN: 0307-4358
- [11] Jewson, S. & Brix, A. (2005) *Weather Derivative Valuation: The Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations*, Cambridge University Press, Cambridge. ISBN: 978-0-521-84371-3
- [12] Geysler, J. M. (2004) Weather derivatives: Concept & application for their use in South Africa, Working paper, Department of Agricultural Economics, *University of Pretoria*, str. 1-25. *Dostupno na:* <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/18038/1/wp040003.pdf>. *Pristup:* 16-02-2010
- [13] Gardner, L. (2003) New Options for Managing Agricultural Weather Risk, *CPCU eJournal*, Vol. 56, No. 8, str. 1-23., ISSN: 0162-2706

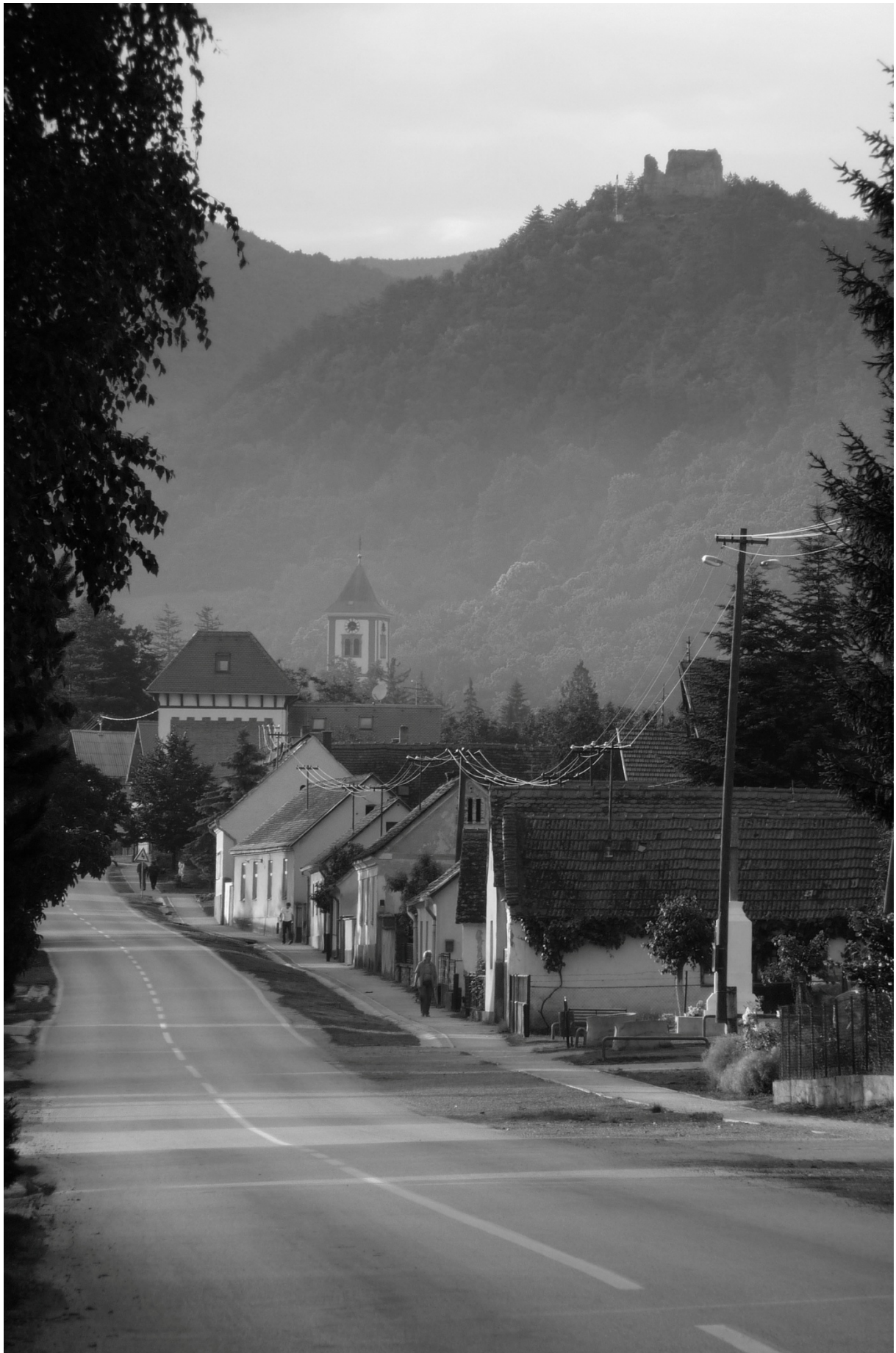


Photo 092. Velika / Velika