

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Janez SPRUK

PRIDOBIVANJE IN SUŠENJE POLEN

DIPLOMSKO DELO
VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ

Ljubljana, 2006

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Janez SPRUK

PRIDOBIVANJE IN SUŠENJE POLEN

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

PRODUCTION AND DRYING OF WOOD LOGS

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Glavni del podatkov je bilo pridobljen in obdelan na terenu v vasi Krivčevo, priprava metodologije za zbiranje podatkov in obdelava podatkov je bila opravljena na Gozdarskem inštitutu v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 25.9.2006 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof.dr. Boštjana Koširja ter somentorico dr. Nike Kranjc, za recenzenta pa dr. Janeza Krča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Janez Spruk

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Ds
DK	GDK 33+331.1+333.3(043.2)=863
KG	Energenti/biomasa/lesna biomasa/tehnologije priprave/priprava polen/spremljava sušenja bukovih metrskih polen
KK	
AV	SPRUK, Janez
SA	KOŠIR, Boštjan (mentor)/KRANJC, Nike (somentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2006
IN	PRIDOBIVANJE IN SUŠENJE POLEN
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 42 str., 8 pregl., 32 sl., 4 pril., 17 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

V nalogi je opisan potek pridobivanja in sušenja metrskih polen. V prvem delu je podrobneje opisan tradicionalni postopek priprave kurjave oziroma metrskih polen v energetske namene s pomočjo dnevnika dela. V drugem delu pa smo ugotavljali in primerjali med seboj hitrost in učinkovitost sušenja bukovih metrskih polen glede na obliko polena, mesto in način sušenja. Na izbranih polenih (160) smo vsak mesec ob polni luni merili vlago. Meritve so potekale od oktobra 2002 do novembra 2003. Primerjali smo kako na sušenje polen vpliva mesto (v senci in na soncu) in način sušenja (pokrita in nepokrita skladovnica) ter oblika polen (okroglico, polovico, četrtno in sredico). Najintenzivneje se sušijo pokrite sredice na soncu, najslabšo vrednost pa so dosegla nepokrita okrogla metrska polena v senci. Tako je v praksi zelo smiselno sušiti metrska polena na soncu in pokrita. Za hitrejše in učinkovitejše sušenje metrskih polen pa je potrebno metrske kose goli precepiti vsaj na polovico.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	gt
DC	FDC 33+331.1+333.3(043.2)=863
CX	Energents/biomass/wood biomass/production technology/wood logs production/monitoring of drying beech wood logs
CC	
AU	SPRUK, Janez
AA	KOŠIR, Boštjan (supervisor)/KRANJC, Nike (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2006
TI	PRODUCTION AND DRYING OF WOOD LOGS
DT	Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO	IX, 42 p., 8 tab., 32 sfig., 4 ann., 17 ref
LA	sl
AL	sl/en
AB	

Production and drying of wood logs is described in graduation thesis. Traditional technology of wood logs preparation is described in the first part. In second part detail measurement of wood moisture in logs is described. We selected 160 wood logs in October 2002 and that we measured moisture each month (at full moon) till November 2003. We wanted to analyse and compare the process of drying of fuel wood in different conditions (sun and shadow), different ways of drying (covered and uncovered pile) and different shapes of wood logs (round, half of a log, quarter and core of a log). Drying process was faster in logs which were on the sun and in the covered pile. The highest drying intensity was measured for the core wood log (with no bark), draying on the sun in the covered pile. The lowest draying intensity was measured in round log drying in the shadow and in uncovered pile. After one year of measurement we can conclude that method of drying has grate effect on wood moisture in wood logs. We recommend that we dry wood logs on the sunny side and in the covered pile. We also recommend splitting of wood logs before storage.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VI
Kazalo slik	VII
Kazalo prilog	VIII
Slovarček	IX
1 UVOD IN CILJ	1
2 OPREDELITEV PROBLEMA IN DOSEDANJE RAZISKAVE	6
3 METODE DELA	7
3.1 TEHNOLOGIJA PRIDOBIVANJA POLEN (SPREMLJANJE ČASA)	7
3.2 SPREMLJANJE SUŠENJA POLEN	7
3.2.1 Zaporedna številka polena	9
3.2.2 Oblika polena	9
3.2.3 Mesto sušenja	12
3.2.4 Masa polen	13
3.2.5 Meritev vlage v bukovih metrskih polenih	14
3.2.6 Spremljanje vremena	14
4 REZULTATI	15
4.1 OPIS TEHNOLOGIJE PRIDOBIVANJA POLEN IN PORABE ČASA	15
4.1.1 Sečnja in spravilo	15
4.1.2 Prevoz	16
4.1.3 Razžagovanje in cepljenje	16
4.1.4 Prevoz in zlaganje	17
4.1.5 Sušenje	17
4.1.5.1 PVC folija	17
4.1.5.2 Pločevina	18
4.1.5.3 Valovite plošče	19
4.2 TEHNOLOGIJA PRIDOBIVANJA POLEN – PORABA ČASA	21
4.3 SODOBNE TEHNOLOGIJE PRIDOBIVANJA POLEN	22
4.4 POSTAVITEV POIZKUSA	22
4.4.1 Spremljanje sušenja bukovih polen v enem letu	23
4.4.2 Vpliv oblike polen in mesta sušenja na vsebnost vlage v lesu	29
4.4.3 Kontrolna meritev	37
4.4.4 Spremljanje vremenskih razmer	38
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	39
6 POVZETEK	40
7 VIRI	42
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Podatki o gozdovih za leto 2004 (Statistični letopis 2005)	1
Preglednica 2:	Končna poraba energije in goriv v gospodinjstvih v Sloveniji glede na vrsto vira za leto 2002 (Noč, 2004)	2
Preglednica 3:	Kurilne naprave in poraba kuriva na kmetiji	5
Preglednica 4:	Seznam polen glede na lego in mesto skladovnice.....	8
Preglednica 5:	Skupna poraba časa pri pripravi metrskih polen	21
Preglednica 6:	Različne tehnologije priprave polen	22
Preglednica 7:	Zaporedne številke polen glede na mesto in način sušenja ter na obliko polen.	24
Preglednica 8:	Začetna in končna vlaga skupin polen.....	36

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Kmetija na kateri smo izvedli poizkus (Medved, 2003).....	4
Slika 2: Polena zložena v skladovnice (Spruk, 2003).....	8
Slika 3: Križ označenih metrskih polen (Medved, 2003)	9
Slika 4: Okroglica (Medved, 2003)	10
Slika 5: Polovica (Medved, 2003)	10
Slika 6: Četrtnina (Medved, 2003)	11
Slika 7: Sredica (Medved, 2003)	11
Slika 8: Osnovna shema tehnologije priprave lesnega kuriva (Pogačnik, 2000: 58).....	13
Slika 9: Tehtanje polen (Spruk, 2003)	14
Slika 10: Skladovnica pokrita s PVC folijo (Medved, 2003)	18
Slika 11: Skladovnica pokrita s pločevino (Spruk 2005)	19
Slika 12: Sušenje polen pod kozolcem (Medved, 2003).....	20
Slika 13: Skladovnica polen, vključena v poskus (Medved, 2003)	20
Slika 14: Testoterm hygrotest (Medved, 2003)	25
Slika 15: Nabijalna sonda v lesu (Medved, 2003)	26
Slika 16: Padanje vrednosti vlažnosti na prikazovalniku (Medved, 2003).....	26
Slika 17: Celotna sonda v lesu (Medved, 2003)	27
Slika 18: Meritve vlažnosti bukovih metrskih polen po posameznih skupinah.....	27
Slika 19: Odstotek izgubljene teže glede na začetno težo metrskih polen	29
Slika 20: Sušenje metrskih polen na sončni legi.....	30
Slika 21: Sušenje metrskih polen v senčni legi.....	30
Slika 22: Sušenje metrskih polen v nepokriti skladovnici	31
Slika 23: Sušenje metrskih polen v pokriti skladovnici.....	31
Slika 24: Sušenje četrtnin	32
Slika 25: Sušenje okroglic	33
Slika 26: Sušenje polovic.....	33
Slika 27: Sušenje sredic	34
Slika 28: Primerjava dveh skrajnih oblik pri sušenju bukovih metrskih polen	35
Slika 29: Končna vlaga polen po posameznih oblikah	35
Slika 30: Primerjava med ostalo vlago v lesu in oddanim deležem vlage.....	36
Slika 31: Primerjava med zadnjo meritvijo in kontrolnimi meritvami	37
Slika 32: Temperature in zračna vlaga	38

KAZALO PRILOG

Priloga A: Dnevnik dela: GOZD IN PREDELAVA LESA – priprava kurjave

Priloga B: Meritve vlage v polenih

Priloga C: Dnevnik meritev

Priloga D: Dnevnik spremljanja vremena

SLOVARČEK

Biomasa: je v splošnem masa žive snovi, ki je navzoča v živih organizmih in je običajno izražena v masi suhe snovi na površinsko ali prostorninsko enoto (npr. g m^{-2} , mg dm^{-3}). Z namenom energetske izrabe biomase lahko različne izvore biomase (les in lesne ostanke, energetske posevke, ostanke od pridelkov, živalski gnoj, biorazgradljive odpadke):

- neposredno (npr. sekanje, strojno drobljenje lesa za lesne sekance, stiskanje suhe žagovine za lesne pelete, sušenje slame) in/ali
- posredno s pomočjo različnih tehnoloških procesov in pretvorb (piroliza, uplinjanje, destilacija, anaerobno vrenje, anaerobni razkroj)

pretvorimo v sekundarna goriva (ogljje, metan, sintezni plin, bioplín, etanol, metanol, biodiesel,...), iz katerih lahko pridobivamo toplotno, električno ali mehansko energijo.

Lesna biomasa: uporabna v energetske namene spada med obnovljive vire energije. Med lesno biomaso uvrščamo del lesne biomase iz gozdov, zunaj gozdno lesno biomaso, lesne ostanke ter odsluženi les.

Energent: vir energije: les, fosilna goriva, veter, sonce, itn.

Energetska vrednost: količina toplote, ki nastane pri popolnem izgorevanju enote goriv, pri čemer se produkti izgorevanja ne ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare.

Energijska vrednost: količina energije na enoto mase, ki se sprosti pri popolnem zgorevanju.

Polena: les za kurjavo, nasekan z ostrimi sekalnimi ali cepilnimi napravami. Pri čemer ima večino gradiva dolžino od 150 do 500 mm.

Metrska polena – les za kurjavo, nasekan z ostrimi sekalnimi ali cepilnimi napravami. Pri čemer je dolžina polen okrog 1000 mm.

Drva: les, ki je razsekan in razžagan z namenom energetske izrabe v napravah kot so peči, kamini ali kotli za centralno ogrevanje individualnih hiš oziroma stanovanj.

Cepanice: razcepljen les dolžine praviloma 500 ali več mm.

Tehnologija: je veda o sredstvih in načinih predelave materiala v izdelke oz. za opravljanje storitev

Kurilnost / spodnja kurilna vrednost: je količina toplote, ki jo pridobimo pri popolnem izgorevanju enake mase ali volumna (1 kg ali 1 m^3) goriva. To je toplota, ki nastane pri izgorevanju brez izkoriščanja toplote kondenzacije. Voda, ki pri tem nastane, je v plinastem agregatnem stanju.

1 UVOD IN CILJ

Skozi stoletja je bil les za človeka glavni vir energije. Kasneje pa se je, z odkritjem premoga in tekočih fosilnih goriv, pomen lesa kot kuriva, pričel zmanjševati. Največji mejnik za menjavo lesa s premogom kot glavne energetske surovine, je bil izum parnega stroja. Vendar se je les kot kurivo dokaj uspešno obdržal izven večjih urbanih središč in na podeželju oziroma na območjih, ki so bila izven »ekonomskega« dosega premoga. Nekaj je na srečo k temu pripomogla tudi konzervativnost ljudi pri sprejemanju novosti. Glavni vzrok opuščanja kurjenja z lesom pred desetletji pa je prav gotovo začetek uporabe kurilnega olja, ponekod tudi zemeljskega plina za ogrevanje.

Tovrstni načini, t.j. ogrevanje s tekočimi fosilnimi gorivi, če se osredotočimo zgolj na individualne sisteme, omogočajo uporabniku večje udobje. V tem primeru ni potrebno vsakodnevno kurjenje in večkratno nalaganje drv ter odstranjevanje pepela, obenem pa ne potrebujemo velikega skladišča za kurivo, kot npr. pri ogrevanju z drvmi oziroma premogom.

Nemalokrat se je zato zgodilo in se še dogaja, da so lastniki gozdov z denarjem, ki so ga dobili za prodana drva, kupili kurilno olje, predvsem z namenom, da si poenostavijo ogrevanje in s tem prihranijo čas, ki bi ga sicer porabili za kurjenje. Razlogov za pomisleke ob takšnem početju je več. Glavni je vsekakor gozdnatost Slovenije, rast cene nafte na svetovnih trgih, velik tehnološki napredek pri razvoju kurilnih naprav in ogrevalnih sistemov ter ekonomski in okoljski vidik rabe lesne biomase.

Čeprav je predmet diplomskega dela spremljava sušenja metrskih polen, bi se v uvodu širše dotaknili tudi pojma lesne biomase, torej lesa uporabnega v energetske namene ter trenutnega stanja na tem področju.

Osnovni podatki o količinah lesne biomase v Sloveniji za leto 2004 so podani v preglednici 1. Vrednosti so okvirne.

Preglednica 1: Podatki o gozdovih za leto 2004 (Statistični letopis 2005)

	Površina	Površina po odstotkih
Površina Slovenije	20.256 km ²	100 %
Površina gozdov	11.638 km ²	57,5 %
	Količine v letu 2004	
Skupna lesna zaloga	293.532.000 m ³ (252 m ³ /ha)	
Letni prirastek	7.446.000 m ³ (6,4 m ³ /ha)	
Možni letni posek	4.150.000 m ³	
Dejanski letni posek	2.958.000 m ³ (2,54 m ³ /ha)	
Realizacija načrtovanega poseka	71,28%	

Preglednica 2: Končna poraba energije in goriv v gospodinjstvih v Sloveniji glede na vrsto vira za leto 2002 (Noč, 2004)

Energetski vir	Raba energije na leto
Kurilno olje	17,039 PJ (32,83%)
Les in lesni odpadki	13,573 PJ (26,16%)
Električna energija	10,155 PJ (19,57%)
Toplotna energija	4,819 PJ (9,29%)
Zemeljski plin	2,898 PJ (5,58%)
Utekočinjen naftni plin	2,612 PJ (5,03%)
Trdna goriva	0,787 PJ (1,51%)
Petrolej	0,011 PJ (0,02%)
Skupaj	51,894 PJ (100%)

V Energetski bilanci Republike Slovenije za leto 2003 (Energetska ..., 2003) predstavlja energija pridobljena iz lesa 4,1 odstotkov (11,97 PJ) potrebne primarne energije. Skupne potrebe v Sloveniji so 267,48 PJ primarne energije. Slovenija iz lastnih virov pokrije 49,8 odstotkov (133,2 PJ) primarne energije. Po zadnjih ocenah Zavoda za gozdove Slovenije se letno za ogrevanje stanovanj in segrevanje tople vode porabi okrog 1.500.000 m³ lesa (Končno poročilo ..., 2005).

Ne glede na rezultate v energetski bilanci za leto 2003 pa drug dokument (Resolucija o nacionalnem ..., 2004) govori o višji rabi lesa v primarni energiji, kot tudi o bistvenem povečanju deleža lesne biomase do leta 2020.

Poraba energije in goriv v gospodinjstvih za leto 2002, ki jo je na podlagi ankete izdelal SURS (Noč, 2002), pa je naslednja:

- Skoraj 300.000 gospodinjstev je v letu 2002 uporabljalo lesno gorivo;
- Gospodinjstva so skupno porabila skoraj 1.400.000 prm drv in nekaj več kot 28.000 m³ lesnih ostankov;
- Večina gospodinjstev (42,9 %) je pridobilo les za kurjavo z lastno proizvodnjo, 37,8 % gospodinjstev je pridobilo les za kurjavo samo z nakupom.

Seveda je nerealno pričakovati, da naj bi v energetske namene uporabljali ves razpoložljiv les, ker je tudi na tem področju, kot na vseh ostalih, ekonomičnost tisti odločujoči dejavnik, ki nam pove, ali je koriščenje določene vrste lesa v energetske namene še upravičeno in smiselno.

Se pa razmišljanje ljudi glede rabe lesne biomase tudi v Sloveniji spreminja. Glavni razlogi so med drugim tudi večja osveščenost in obveščenost javnosti ter vsesplošni tehnološki napredek, ekološke in ekonomske zahteve ter pridobitev novih znanj. Eden izmed pomembnejših razlogov pa je v zadnjem času tudi občutno višanje cen naftnih derivatov – kurilnega olja. Poleg tega koristna raba lesne biomase, kadar gre za les iz gozdov, omogoča hkratno negovanje gozda, zmanjšuje učinke tople grede ter predstavlja dolgoročno energetsko garancijo in neodvisnost od možne svetovne energetske krize.

Vsekakor pa ne smemo zanemariti še enega pomembnega in koristnega stranskega učinka energetske rabe lesne biomase, in sicer pozitivnih socialnoekonomskih učinkov, tako pri posamezniku, kot tudi na lokalni ter navsezadnje državni ravni.

Značilnost gospodarjenja z gozdovi v Slovenji je v zadnjem času predvsem manjša realizacija načrtovanega poseka, ki je v letu 2004 dosegla 71 % le tega (Statistični ..., 2005). Tako lesna zaloga v naših gozdovih narašča, kar je v največji meri posledica neizvajanja gojitvenih del. Z gojitvenimi deli namreč v veliki meri pripomoremo k večji kvaliteti lesa in stabilnosti gozdov. Pri opravljanju gozdno gojitvenih del, zlasti redčenj, poleg zgoraj navedenih koristi, pridobimo neke količine lesa slabše kvalitete, ki pa je mnogokrat primeren le za energetske rabe. Pomembna sta tudi ekonomski in socialni vidik, saj lahko presežke lesne biomase prodamo, če so količine večje, lahko postane prodaja presežka lesa za izrabo v energetske namene pomemben del letnega zaslužka lastnika gozda.

Tako z zamenjavo sistemov ogrevanja na fosilna goriva s sistemom na lesno biomaso, poleg pozitivnih koristi za okolje, posamezni uporabniki posledično prihranijo že pri samem nakupu goriva – lesa, ki je cenejši. Poleg tega pripomorejo k dvigu ekonomske ravni tistih, ki se ukvarjajo s pridobivanjem kot tudi prodajo lesne biomase kot kuriva. V najboljšem primeru to pomeni odpiranje novih delovnih mest v domačem kraju ali širši okolici. Zelo dobre izkušnje na tem področju ima sosednja Avstrija, kjer naj bi ob prehodu iz ogrevanja na fosilna goriva na sistem ogrevanja z lesno biomaso, v primerjavi z enim zaposlenim v prvem primeru, pridobili devet novih delovnih mest.

Da lahko neko lesno biomaso uporabimo kot energent, mora od mesta v gozdu, kjer smo les posekali, do trenutka, ko les pri zgorevanju odda toplotno energijo, le-ta skozi določene tehnološke postopke, da dobi obliko, primerno za funkcionalno uporabo v energetske namene.

V praksi so se najbolj uveljavile naslednje končne oblike lesne biomase:

- lesni sekanci: so kosi lesa, veliki do 8 cm. Izdelamo jih iz drobnega okroglega lesa, lesnih ostankov, in odpadnega lesa (Krajnc in Kovač, 2003). So nepravilne pravokotne oblike in značilne dolžine od 5 do 50 mm ter majhno debelino v primerjavi z ostalimi dimenzijami (predlog izrazov – standard SIST ISO, 2005);
- lesni peleti: so stiskanci, narejeni iz čistega lesa. Proizvajajo se industrijsko s stiskanjem suhega lesnega prahu in žagovine. So valjaste oblike premera do 8 mm in dolžine do 50 mm V postopku izdelave se uporabljata zgolj visok tlak in para. Za izboljšanje mehanske trdnosti se jim doda še 1-3 % krompirjevega ali koruznega škroba. (Kopše in Kranjc, 2005);
- lesni briketi: so stiskanci iz ostankov predelave lesa (žagovina, skoblanci) in jih uvrščamo med tako imenovano lesno biomaso. Oplemenitena lesna biomasa ima predpisane parametre: geometrijsko obliko, kurilnost, stopnjo vlage, pepela, prahu, kar zagotavlja stalno in enakomerno kakovost gorivu (Pisek, 2004). So standardizirano gorivo, ki je narejeno s stiskanjem lesnega lubja, suhega lesnega prahu, žaganja, oblancev ter drugih nekontaminiranih lesnih ostankov. So valjaste oblike premera od 20 do 120 mm in dolžine do 400 mm. V postopku izdelave se uporabljata zgolj visok tlak in para. Za izboljšanje mehanske trdnosti briketov in

peletov se pogosto dodaja 1 do 3 % organskih dodatkov v obliki škroba iz krompirja, koruzne moke ali odpadnih lugov iz papirne industrije. (Katalog produktov lesne biomase, 2005);

- polena: so tradicionalna oblika lesnega goriva. To so razcepljeni in nažagani kosi lesa, dolgi od 25 cm do 1 m, ki jih pridobivamo neposredno iz okroglega lesa slabše kakovosti ali iz predhodno izdelanih metrskih okroglic ali cepanic. Pod pojmom polena največkrat pojmujeemo predhodno razcepljene in razžagane kose lesa, dolge od 25 do 50 cm in primerne za takojšno uporabo (Kopše in Kranjc, 2005).

Tukaj gre predvsem za oblike kuriva, primerne za uporabo pri posameznem uporabniku in v manjših ter srednje velikih sistemih. Da dobimo zeleno obliko lesnega kuriva, je potrebno lesno biomaso tehnološko obdelati na primeren način. Eden izmed teh postopkov je cepljenje na metrska polena, ko les pripravimo tako, da ga lahko hitro in enostavno posušimo in nato uporabimo za kurjenje. Pri cepljenju metrskih polen se je uveljavilo več tehnologij, pri katerih ima vsaka svoje prednosti in slabosti. Najpogostejša oblika cepljenja oziroma priprava metrskih polen je cepljenje na en meter dolžine razžaganih goli. Včasih so to delo opravljali ročno, sedaj se uporablja kombinacijo traktorja, kot pogonskega stroja in vretenastega cepilnika oziroma v zadnjem času varnejšega cepilnika s hidravličnim klinom. Tako dobimo metrska polena različnih oblik, ki so primerna za naslednji postopek, to je sušenje. Kako hitro bo sušenje, je odvisno tudi od tega, kakšne oblike je metrsko poleno, kje je mesto sušenja in ali so metrska polena zavarovana pred vremenskimi vplivi – padavinami.



Slika 1: Kmetija na kateri smo izvedli poizkus (Medved, 2003)

Glavni cilj naloge je opisati tradicionalno tehnologijo priprave metrskih polen v konkretnem primeru ter na osnovi rezultatov enoletnega merjenja vlage metrskih polen ugotoviti, kako oblika metrskih polen in način sušenja vplivata na vlažnost lesa.

Kmetija, kjer smo izvedli celotni poizkus, se nahaja v vasi Krivčevo. Leži na nadmorski višini 650 metrov, na prisojni strani doline Črne. Klima ter vremenske razmere so pod zelo močnim vplivom bližnjih Kamniških Alp. Posestvo obsega okrog 2,3 ha njiv, travnikov in pašnikov ter okrog 1,1 ha gozda. Gospodarska naravnost kmetije je samooskrba s pridelki, mesom in mlekom. Občasne presežke prodajo. Gospodarjenje z gozdom na posesti je precej oteženo zaradi velikega naklona gozdnih površin, zahtevnega terena in posledično slabe odprtosti gozda. Zaradi zelo majhne gozdne posesti, poteka sečnja le občasno, zgolj za zadovoljevanje lastnih potreb, predvsem po gradbenem in tehničnem lesu, včasih tudi za prodajo. Ker v gozdu prevladuje smreka, je možnost za samooskrbo z lesom za kurjavo zelo majhna. Lastnik si zato priskrbi potrebno kurjavo od večjih okoliških gozdnih posestnikov oziroma od agrarne skupnosti, katere član je tudi sam.

Z drvmi kurijo v več različnih kuriščih. Največji ter tudi najbolj kvalitetni del kurjave porabijo v kotlu za centralno ogrevanje hiše v glavni kurilni sezoni. Znatno del kurjave porabijo za kurjenje v štedilniku na drva, predvsem za kuho in posredno za ogrevanje dnevnih prostorov. Manjši del kurjave porabijo v poletnem času za ogrevanje sanitarne vode. Manjvreden les, predvsem ostanke tehničnega lesa, drobnejše dele vej, žamanje in krajnike pa porabijo v uparjalniku pri kuhanju krme za živali. Glede na letino sadja se pojavlja večja ali manjša poraba drv, predvsem smrekovih polen, pri kuhi žganja. Zaradi ogrevanja s centralnim sistemom, je poraba kurjave v krušni peči zanemarljiva.

Preglednica 3: Kurilne naprave in poraba kuriva na kmetiji

Kurišče	Namen	Letna uporaba v mesecih	Poraba kurjave v prn
Kotel za centralno ogrevanje	Ogrevanje prostorov in sanitarne vode	6 – 8	14 - 18
Kuhinjski štedilnik	Ogrevanje in kuhanje	8 – 9	3-4
Uparjalnik	Kuhanje živinske krme	3 – 4	1 – 1,5
Kotel za žganjekuho	Kuhanje žganja	1	0,5 - 1
Krušna peč	Ogrevanje	občasno	< 0,5
Skupaj	/	/	19 - 25

V letu opravljanja poizkusa so na kmetiji porabili od 19 do 25 prn polen. Največja poraba polen je bila v kotlu za centralno ogrevanje hiše. V jeseni 2002 so na kmetiji pripravili okrog 40 prn metrskih polen, torej količino, ki bi zadoščala za dve kurilni sezoni.

2 OPREDELITEV PROBLEMA IN DOSEDANJE RAZISKAVE

Les se je kot kurivo uporabljal skozi tisočletja. Glede na to, da je bil do naftne revolucije, predvsem na podeželju in pri individualnih uporabnikih kljub uporabi premoga najbolj pogost energent, pa so bile lastnosti lesa z energetskega stališča mnogokrat dokaj nedorečene in pogostokrat zgolj dejstvo privzeto iz »ustnega izročila«. Predvsem zaradi nižjih stroškov pri ogrevanju z lesom v primerjavi z ostalimi načini, je pri nas raba lesa za energetske namene spet v porastu. Velik delež k povečanju rabe lesa v energetske namene, prispeva tudi tehnološki napredek kurilne tehnike in ogrevalnih sistemov.

V praksi ločimo dva osnovna načina ogrevanja z lesno biomaso:

- klasično ogrevanje z lesno biomaso,
- sodobni načini ogrevanja z lesno biomaso.

Med klasične načine ogrevanja z uporabo lesne biomase štejemo ogrevanje:

- v štedilnikih na trdo gorivo,
- v krušnih in lončenih pečeh,
- v kaminih in kaminskih pečeh,
- v klasičnih kotlih na trdo gorivo za centralno ogrevanje.

Na trgu imamo na voljo več različnih sodobnih tehnologij za ogrevanje z lesno biomaso namenjenih individualni uporabi, od katerih so najbolj pogosti:

- avtomatizirano kurjenje z lesnimi peleti,
- avtomatizirano kurjenje z lesnimi sekanci,
- kurjenje v sodobnih kotlih na polena,
- kurjenje v sodobnih kaminih in kaminskih pečeh (Hrovatin, 2000).

Sodobni kurilni sistemi se po izkoristkih lahko brez večjih težav kosajo s sodobno ogrevalno tehniko na fosilna goriva. Avtomatizirano kurjenje z lesnimi peleti in lesnimi sekanci omogoča uporabniku največje udobje pri kurjenju, povsem primerljivo s sistemi na fosilna goriva. Vendar pa je trenutno zaradi relativno visokih cen pri investiciji v tovrstne sisteme, še vedno zelo zanimivo ogrevanje v sodobnih kotlih na polena.

Glavna prednost tega sistema je nadaljnja uporaba že ustaljene tehnologije priprave kuriva oziroma polen. Prav tako je začetna investicija nižja. Nekateri proizvajalci pa omogočajo tudi kasnejšo nadgradnjo obstoječega sistema v sistem za kurjenje z lesnimi sekanci. Seveda pa tovrstni način ogrevanja na polena še vedno zahteva od uporabnika, da vsaj enkrat na dan zakuri in napolni zalogovnik kotla z drvimi.

Raziskave s širšega področja biomase, kot obnovljivega vira energije, so se pričele že v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja. Glavni poudarek je bil na energetskem izkoriščanju biomase kot kuriva. Največje število raziskav ter realiziranih projektov ogrevanja so uresničile skandinavske dežele, na čelu s Švedsko. Vendar pa je bil prvotni cilj usmerjen zgolj v proizvodnjo industrijske toplote, kot glavni vir surovine pa so upoštevali gozd (Pogačnik, 2000).

Z raziskavami o možnostih rabe lesne biomase pri individualnih uporabnikih so se največ ukvarjali predvsem v skandinavskih državah, Avstriji, Nemčiji ter v Kanadi. V osemdesetih letih je sledil nagel razvoj tehnologij za pripravo lesnih sekancev in drobne biomase, kot tudi kotlov z avtomatiziranim polnjenjem lesnih sekancev. Poleg tega pa se je ideji samooskrbe z energijo pridružila še skrb za okolje ter želja po razvoju podeželja (Pogačnik, 2000). Najbolj raziskana oblika lesnega energenta so sekanci. Relativno veliko raziskav je bilo opravljenih tudi pri lesnih peletih. To je nekako razumljivo, saj sta obe tovrstni obliki lesnega energenta v primerjavi s tradicionalno obliko polen zelo napredni in relativno novi, zlasti pri malih uporabnikih.

Kljub temu, da o polenih kot kurivu načeloma vemo veliko, natančnejših raziskav o načinu in poteku sušenja v zadnjem času pri nas ni bilo. Za to diplomsko nalogo smo tako želeli pridobiti čim več uporabnih podatkov o poteku sušenja bukovih metrskih polen in o dejavnikih, ki vplivajo na ta proces. Ti podatki pa bi odražali dejansko stanje, kakršno se pojavlja v praksi.

Glavni namen našega poizkusa je bil:

- ugotoviti razlike v hitrosti sušenja bukovih metrskih polen različnih oblik v različnih razmerah;
- ugotoviti količino izgubljene vode v procesu sušenja;
- okvirno posneti dejanski potek postopka pridobivanja polen od gozda pa do drvarnice.

3 METODE DELA

3.1 TEHNOLOGIJA PRIDOBIVANJA POLEN (SPREMLJANJE ČASA)

Porabo časa za posamezne tehnološke postopke, pri pridobivanju metrskih polen, smo spremljali vse od panja dalje. Tako smo spremljali vse faze: posek, spravilo, prevoz cepljenje, zlaganje in pripravo na sušenje. Za spremljavo smo uporabljali dnevnik dela: *Gozd in predelava lesa (priloga A)*. Vanj smo vpisovali vse aktivnosti, porabo časa pri posameznih tehnoloških postopkih ter učinke pri predelavi lesa, v našem primeru pripravi metrskih polen.

3.2 SPREMLJANJE SUŠENJA POLEN

Poizkus smo zasnovali na osnovi tradicionalnega načina priprave metrskih polen oziroma hipoteze, da sta čas in intenzivnost sušenja pogojena z obliko metrskega polena, načinom in mestom sušenja. Za poizkus smo izbrali 160 bukovih metrskih polen, štirih tipičnih oblik, dve različni mesti sušenja in dve različni obliki sušenja.

Metrska polena smo zložili v štiri skladovnice – križe. V vsaki takšni skladovnici je bilo 40 polen. Takšne skladovnice so tradicionalne in v njih se lega polen izmenjuje v vsaki vrsti. Križ¹ ponavadi predstavlja skrajna dela 4 metrske skladovnice oziroma »klaftre²«.

Dve skladovnici sta bili na soncu, dve v senci. Po eno skladovnico v senci in na soncu smo pokrili z valovitimi ploščami. Vsa polena v skladovnicah so bila ustrezno označena.

Preglednica 4: Seznam polen glede na lego in mesto skladovnice

	Pokrito	Nepokrito
Sonce (na travniku)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Okroglica ▪ Polovica ▪ Četrtna ▪ Sredica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Okroglica ▪ Polovica ▪ Četrtna ▪ Sredica
Senca (v gozdu)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Okroglica ▪ Polovica ▪ Četrtna ▪ Sredica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Okroglica ▪ Polovica ▪ Četrtna ▪ Sredica



Slika 2: Polena zložena v skladovnice (Spruk, 2003)

Cilj poizkusa je bila analiza, kako mesto sušenja, oblika polen in način sušenja vplivajo na vlažnost lesa. Zato smo sušenje bukovih metrskih polen spremljali v obdobju enega leta. Sušenje smo spremljali s periodičnimi meritvami vlage v lesu.

Vlago v lesu smo merili s prenosnim merilnikom vlage. Poleg meritev vlage smo spremljali tudi vremenske razmere v danem letu (od oktobra 2002 do novembra 2003). Predvidevali smo, da zračna vlaga in temperatura vplivata na potek sušenja metrskih polen kot tudi na posamezno meritev.

¹ **Križ** je skrajni del skladovnice. V praksi se metrska polena najpogosteje zlagajo v skladovnice velikosti 4 prm oziroma v klaftre. Na skrajnih delih skladovnice so polena zložena izmenično tako, da so polena vsake naslednje vrste zložena pravokotno glede na lego polen v predhodni vrsti. S tem dosežemo stabilnost skladovnice in se izognemo opiranju skrajnih delov skladovnice s koli, podporniki,

² **Klaftra** je ljudsko ime za skladovnico metrskih polen velikosti 4 prm. Tipična klaftra je dolga 4 metre in visoka 1 meter. Na skrajnih delih se nahajata križa, v katerih so metrska polena zložena v vrstah izmenjujoče oziroma pravokotno glede na lego predhodne vrste, ki zagotavljata stabilnost skladovnici. Med križema pa so metrska polena zložena na običajen način.

Za potrebe poizkusa smo:

- označili vsa metrska polena z zaporedno kodo;
- določili oblike metrskih polen;
- določili način in kraj sušenja;
- določili način mesečnih meritev vlage v lesu;
- določili način spremljanja vremenskih razmer v izbranem obdobju;
- določili način izbora metrskih polen in zlaganja v skladovnico.

3.2.1 Zaporedna številka polena

Zaradi sledljivosti med samim potekom poizkusa, smo metrska polena označili s številkami od 1 do 160. Metrska polena so bila v posameznem križu zložena naključno, vendar po sistemu od 1 do 40 v prvem križu (sonce in pokrito), od 41 do 80 v drugem križu (sonce in nepokrito), od 81 do 120 v tretjem križu (senca in nepokrito) ter od 121 do 160 v četrtem križu (senca in pokrito).



Slika 3: Križ označenih metrskih polen (Medved, 2003)

3.2.2 Oblika polena

V poizkus smo vključili štiri tipične oblike metrskih polen in sicer :

1. OKROGLICA – je metrsko poleno, ki ima čelo oziroma prednjo stran okroglo oziroma v obliki kroga. Ta oblika metrskega polena je, za razliko od ostalih treh oblik, še povsem obdana z lubjem, razen na čelih in na mestih, kjer so grče oziroma so rasle veje. Nekatera metrska polena imajo lahko odstranjen velik del lubja, kar pa je posledica samega tehnološkega postopka pridobivanja lesa, zlasti vlačjenja po (v našem primeru makadamski) vlaki. Metrsko poleno ni cepljeno ali kako drugače obdelano.



Slika 4: Okroglica (Medved, 2003)

2. POLOVICA - je metrsko poleno, ki ima čelo oziroma prednjo stran v obliki polkroga. Ravna stran takega metrskega polena je brez lubja, polkrožna stran, če gledamo poleno iz čela, pa je pokrita z lubjem. Takšno obliko metrskega polena dobimo, če metrsko okroglico precepimo vzdolžno na dva dela.



Slika 5: Polovica (Medved, 2003)

3. ČETRRTINA – je metrsko poleno, ki ima čelo oziroma prednjo stran približno trikotne oblike, pri čemer sta dve strani metrskega polena brez lubja in ravne oblike, ena stranica, to je stran metrskega polena, ki je pokrita z lubjem, pa ima obliko dela kroga oziroma krožnega loka. Takšna oblika metrskega polena nastane, ko metrsko okroglico precepimo na pol, nakar obe polovici precepimo še enkrat na pol in dobimo štiri metrska polena/cepanice oziroma četrtine.



Slika 6: Četrtnina (Medved, 2003)

4. SREDICA – je metrsko poleno, ki ima čelo v obliki romba (ponavadi so stranice neenake). Značilno za to metrsko poleno je, da je to les, ki se nahaja v sredini debla. Tovrstno obliko polena dobimo pri cepljenju debelejših metrskih kosov, kjer so dobljene četrtine, šestine ali celo osmine še vedno prevelike oziroma pretežke za rokovanje, na primer zlaganje. Predvsem se problem njihove velikosti pojavi kasneje, ko hočemo metrska polena razžagati na krožni žagi. Težava se lahko pojavi tudi pri končni uporabi, na primer v štedilniku ali kotlu za centralno ogrevanje. Ker je odprtina za nalaganje polen lahko premajhna, moramo posamezna polena pred uporabo še enkrat precepiti s sekuro. Da se izognemo tovrstnemu dodatnemu delu, ki ga drugače najpogosteje opravimo v drvarnici ali kurilnici, prej omenjena večja metrska polena, še enkrat cepimo. Tako dobimo metrsko poleno, s približno kvadratno ali pa trikotno obliko čela, ki je v celoti brez lubja. Takšno metrsko poleno naj bi se po predvidevanjih in izkušnjah iz prakse sušilo najhitreje.



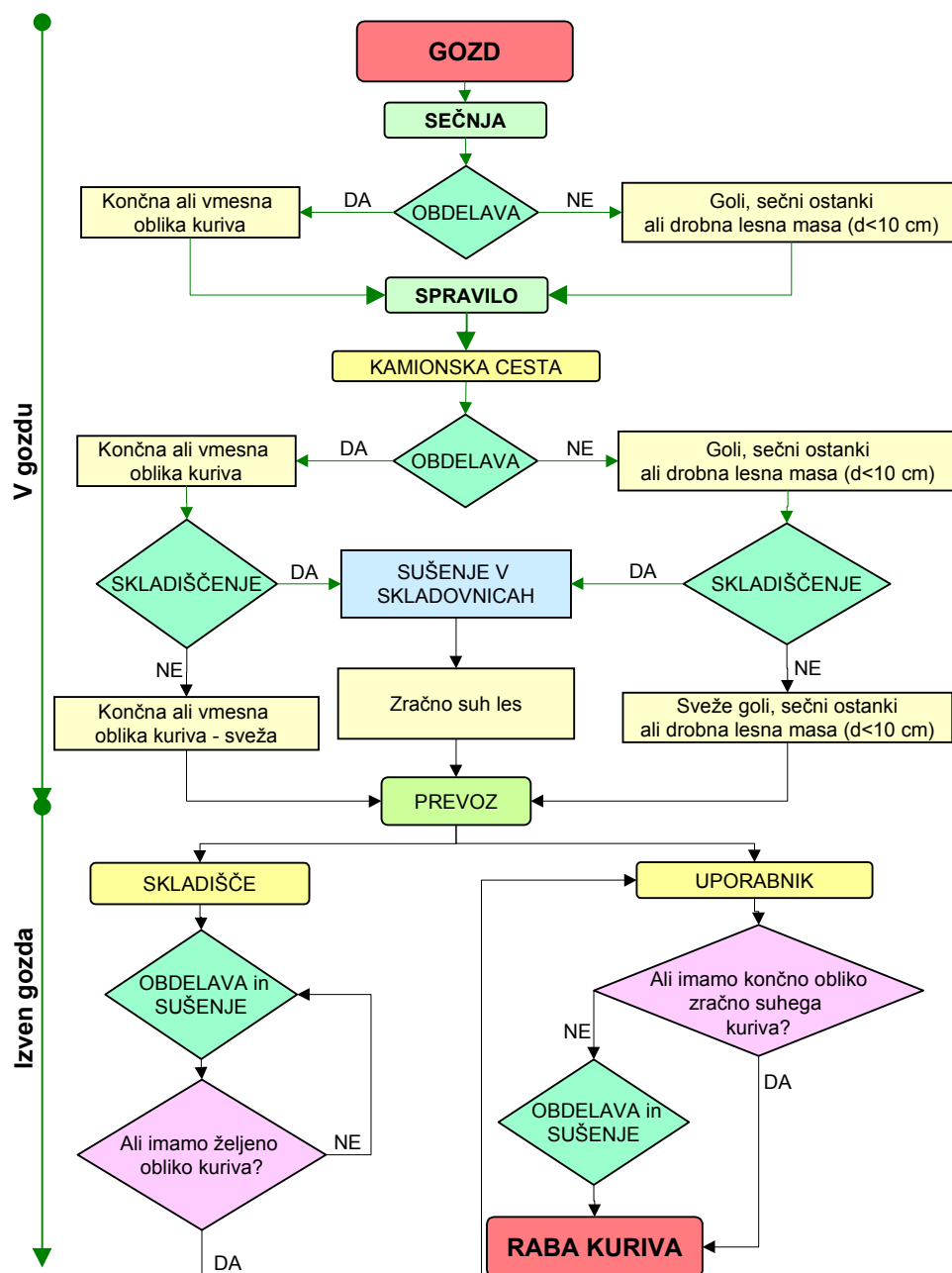
Slika 7: Sredica (Medved, 2003)

3.2.3 Mesto sušenja

Glede na dosedanje izkušnje sušenja metrskih polen pri uporabnikih, smo metrska polena sušili na dveh različnih mestih. Dve izmed štirih skladovnic sta bili v gozdu (v senci), dve pa na soncu (na travniku). V praksi se metrska polena najpogosteje sušijo na suhih in skozi vse leto, v čim večji meri, osončenih mestih. Mesto sušenja pa je pogosto odvisno predvsem od poteka tehnologije, zato imamo na razpolago več možnosti (slika 8).

Kljub temu da se metrska polena na soncu praviloma sušijo hitreje in intenzivneje ter da so najbolj uveljavljene možnosti, pri katerih poteka sušenje na soncu, pa nekateri uporabniki sušijo metrska polena v gozdu – ob gozdni prometnici. V teh primerih pa se največkrat sušijo v senci. Razlogov za takšen način sušenja je več:

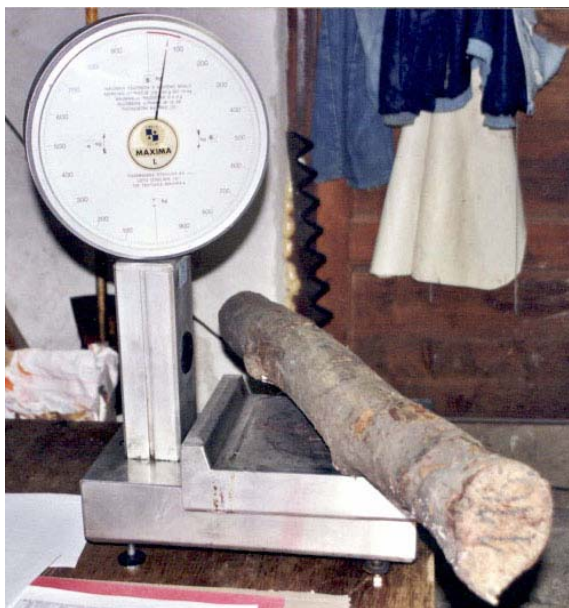
- prevelika pravilna razdalja do primerne mesta za nadaljnjo predelavo;
- premajhna količina goli za rentabilen prevoz z gozdarskim tovornjakom;
- pretežki metrski kosi za ročno nakladanje na traktorsko prikolico;
- nemogoč izvlek ali prevoz s traktorsko prikolico iz gozda do primerne mesta za sušenje;
- pomanjkanje primerne prostora za nadaljnjo obdelavo oziroma sušenje.



Slika 8: Osnovna shema tehnologije priprave lesnega kuriva (Pogačnik, 2000: 58)

3.2.4 Masa polen

Zaradi kontrole periodičnih meritev vlage v lesu smo pred začetkom in na koncu poizkusa opravili tudi tehtanje vseh metrskih polen. Razlika v teži, na začetku in na koncu merilnega obdobja, je posledica izgube vode. Del razlike pa je predstavljalo tudi odpadlo lubje (posamezni primeri).



Slika 9: Tehtanje polen (Spruk, 2003)

3.2.5 Meritev vlage v bukovih metrskih polenih

Odstotek vlage v metrskih polenih smo merili z vlagomerom Testo hygrotest 6500. Meritve smo opravljali v enakomernih časovnih razmakih. Če je bilo možno, smo meritve opravili na dan, ko je nastopila polna luna. Če to zaradi padavin ali prenizkih temperatur ni bilo možno, smo vlažnost metrskih polen izmerili takoj, ko so razmere to dopuščale.

3.2.6 Spremljanje vremena

Vsakodnevno smo spremljali tudi vremenske razmere. Zapisovali smo naslednje podatke:

- temperaturo (meritev),
- zračno vlago (meritev),
- vetrovnost (opisno),
- vremenske razmere (opisno),
- padavine (opisno).

4 REZULTATI

4.1 OPIS TEHNOLOGIJE PRIDOBIVANJA POLEN IN PORABE ČASA

Proces pridobivanja metrskih polen lahko razdelimo na:

- sečnjo, spravilo, prevoz,
- pridobivanje metrskih polen (razžagovanje goli, cepljenje, zlaganje metrskih polen v skladovnice).

Del poseka lesa je potekal v gozdovih agrarne skupnosti Gojška planina – Marjanine njive. Manjši del pa v zasebnem gozdu v neposredni bližini. Samo delovišče je bilo oddaljeno od kmetije 13 km.

4.1.1 Sečnja in spravilo

SEČNJA

Prvi, količinsko manj obsežni, del sečnje bukve je bil opravljen v mesecu avgustu 2002, spravilo pa je bilo opravljeno v mesecu septembru 2002. Posek je opravil delavec z motorno žago Husqvarna 40. Drugi – količinsko obsežnejši del sečnje je bil opravljen v mesecu oktobru 2002. Posek so opravili trije delavci z motornimi žagami Husqvarna 40, Husqvarna 55 in Husqvarna 65, starejše izdelave.

SPRAVILO

Prvi del spravila, šlo je samo za traktorsko zbiranje, je bilo opravljeno s kmetijskim traktorjem Zetor 5340 in tritočkovno vpetim vitlom Tajfun 50kN. Povprečna dolžina zbiranja je bila približno 13 metrov. Drugi del spravila je zaradi strmega terena in neodprtosti delovišča s sekundarnimi prometnicami obsegalo več podfaz:

- ročno zbiranje in predspravilo - povprečna dolžina ročnega zbiranja in predspravila je bila približno 55 metrov;
- traktorsko zbiranje – povprečna dolžina traktorskega zbiranja je bila približno 20 metrov;
- traktorsko spravilo - povprečna dolžina vlačjenja je bila 100 metrov.

Spravilo je bilo opravljeno s kmetijskim traktorjem Štore 504 in tritočkovno vpetim vitlom Krpan 40 kN.

4.1.2 Prevoz

Odvoz lesa iz pomožnega skladišča ob gozdni cesti je opravil samostojni podjetnik z gozdarskim tovornjakom MAN, vgrajenim prečno zložljivim dvigalom Jonsered in tandemsko polprikolico. Prevoz je opravil 18.10.2002 v dveh ciklih in sicer je prvi tovor razložil na pomožnem skladišču v vasi Gozd (cca. 17 m³), drugi tovor pa na pomožnem skladišču v vasi Krivčevo (cca. 11,5m³). Prevozna razdalja prvega prevoza je bila 13,5 km, prevozna razdalja drugega prevoza pa 12,5 km.

4.1.3 Razžaganje in cepljenje

Razžaganje in cepljenje je potekalo na dveh pomožnih skladiščih:

POMOŽNO SKLADIŠČE GOZD

Cepljenje smo opravljali s kmetijskim traktorjem Štore 504 in priključnim tritočkovno vpetim vretenastim cepilnikom, gnanim preko kardanskega zgloba. Pretežni del razžaganja goli večjih premerov smo opravili s starejšo motorno žago Stihl Contra, preostali del goli pa z motorno žago Husqvarna 65. Motorno žago Stihl Contra smo večkrat uporabili tudi pri vzdolžnem prežaganju metrskih kosov goli na polovice ali celo četrtine. Razlog za vzdolžno prežaganje je bila predvsem prevelika teža posameznih metrskih kosov pri rokovanju z njimi. Vzdolžno smo prežagovali tudi metrske kose goli ali zaradi nepravilnosti v lesu, kar je posledica zavite rasti, ali velikih grč. Dejanski učinek prežaganja se je odražal na lažjem rokovanju z metorskimi kosi in manjšem številu zastojev pri cepljenju. Traktor je lahko zaradi preobremenitve namreč ugasnil. Poglavitni vzroki za ugašanje traktorja so bile nepravilnosti v lesu in prevelike grče, ki niso dopuščale cepilniku, da bi metrski kos precepil. V takšnih primerih se je vreteno zavrtalo v les in zaradi prevelikega pritiska lesa na površino vretena, ustavilo. Sledilo je zamudno snemanje polena iz vretena. Pri odstranjevanju je bilo najenostavneje metrski kos odžagati čim bližje vretenu. Prežagovati je bilo potrebno zelo pazljivo, da ne bi poškodovali vretena ali verige motorne žage. Neizogibna je bila tudi uporaba sekire, saj smo z njo lažje in natančneje izsekali del lesa tik ob vretenu. Prav tako pa smo morali zaradi nevarnosti poškodb paziti tudi na to kaj, se dogaja z metrskim kosom med našim prežaganjem.

POMOŽNO SKLADIŠČE KRIVČEVO

Za cepljenje smo uporabljali isti traktor in cepilnik kot na pomožnem skladišču Gozd. Goli pripravljene za cepljenje so bile manjših dimenzij (drobnejši les). Zaradi tega metrskih kosov nismo predhodno vzdolžno prežagovali. Vendar pa je tudi tu prihajalo do zastojev pri cepljenju. Zaradi preobremenitve traktorja je občasno prihajalo do ugašanja traktorja. Glavni vzrok za ugašanje so bile napake v lesu in grče. Prežaganje goli na metrske kose smo opravljali z motorno žago Husqvarna 55. Pri prežaganju goli na metrske kose pa se je mestoma pojavljala še ena težava, in sicer onesnaženost goli z blatom, peskom in drobnimi kamenčki zaradi vlačjenja po vlakih. To je bil tudi glavni razlog za pogostejše brušenje verige motorne žage kot običajno.

4.1.4 Prevoz in zlaganje

Po končanem cepljenju so se metrska polena nekaj dni sušila na pomožnem skladišču. Po nekaj dneh smo jih s traktorjem in prikolico odpeljali do uporabnika in jih v obliki »dvojnih klafter³« zložili v neposredno bližino drvarnice. Na koncu smo metrska polena pokrili še s PVC folijo in obtežili z večjim kamenjem in težjimi metrskimi poleni. Tako smo drva pripravili za sušenje in s tem pripravili kurjavo za naslednjo kurilno sezono.

4.1.5 Sušenje

Na podlagi izkušenj iz prakse oziroma po priporočilih »ljudskega izročila«, naj bi se drva oziroma metrska polena sušila intenzivneje in hitreje, če so med procesom sušenja pokrita in tako zaščitena pred padavinami vsaj na zgornji strani. Najpogostejše so naslednje oblike pokrivanja oziroma zaščite pred vremenskimi vplivi, zlasti padavinami:

4.1.5.1 PVC folija

Prednosti pokrivanja s PVC folijo – polivinilom:

- enostavno rokovanje pri pokrivanju,
- cenenost in dostopnost,
- relativno učinkovita zaščita pred vremenskimi vplivi, predvsem dežjem.

Slabosti pokrivanja s PVC folijo – polivinilom:

- potrebna je zadostna obtežitev, da je ne odnese veter;
- občutljivost na mehanske obremenitve – trganje;
- občutljivost na UV žarke – sčasoma preperi;
- nastajanje lukenj in posledično prepuščanje vode;
- predstavlja tujek v naravnem okolju;
- kratkoročnost uporabe 1 do 2 sezoni.

³ **Dvojna klaftera** ima ravno tako dva križa, ki predstavljata skrajna dela skladovnice in med njima zložena polena. Značilnost dvojne klaftere je njena višina, saj je visoka dva metra. Na tak način skladiščimo na enoto površine dvojno količino polen v primerjavi z navadno – enojno klaftro.



Slika 10: Skladovnica pokrita s PVC folijo (Medved, 2003)

4.1.5.2 Pločevina

Manj pogosta oblika pokrivanja zloženih metrskih polen, vendar tudi dokaj uporabna, je pokrivanje s pločevino. Običajno so to prerezani obodi kovinskih sodov, ostanki, ki jih zavržejo stavbni kleparji (pocinkana pločevina, ALU-pločevina, Cu-pločevina), tiskarske matrice ...

Prednosti pokrivanja s pločevino:

- neobčutljivost za mehanske poškodbe in vremenske vplive,
- se ne luknja,
- ni mest z zastajajočo vodo.

Slabosti pokrivanja s pločevino:

- težja dostopnost;
- visoka cena v primeru, da kupujemo novo pločevino;
- težje rokovanje pri pokrivanju (težko pokrivamo sami);
- en kos pločevine ponavadi pokrije le majhno površino (2 do 3 m²);
- pri zlaganju skladovnice moramo napraviti greben, da preprečimo zatekanje vode iz pločevine v notranjost skladovnice;
- pokrivanje moramo začeti na najnižjem delu skladovnice in hkrati paziti na zadostno prekrivanje med posameznimi kosi pločevine;
- potrebna je zadostna obtežitev zaradi vetra.



Slika 11: Skladovnica pokrita s pločevino (Spruk 2005)

4.1.5.3 Valovite plošče

Tretja oblika pokrivanja metrskih polen je pokrivanje z valovitimi ploščami. Za pokrivanje se praviloma uporablja stare odslužene plošče, ki kot strešna kritina niso več uporabne, kot zaščita pred dežjem pri sušenju metrskih polen pa so še vedno zelo učinkovite. V praksi se največ uporabljajo valovite salonitne plošče, katerih uporaba pa je zaradi zdravstvenih razlogov in onesnaževanja okolja zelo problematična in tudi zakonsko prepovedana.

Prednosti pokrivanja z valovitimi salonitnimi ploščami:

- neobčutljivost za mehanske poškodbe;
- odpornost na vremenske vplive;
- ponavadi ni potrebna dodatna obtežitev zaradi relativno velike teže posamezne plošče.

Slabosti pokrivanja z valovitimi salonitnimi ploščami:

- zakonske omejitve uporabe salonitnih plošč;
- negativni vplivi na ljudi in okolje;
- majhne dimenzije, plošča pokrije le okrog 1 m² površine;
- relativno velika teža – težko pokrivamo sami;
- skladovnica mora biti ravna.

Poleg omenjenih najpogostejših načinov pokrivanja drv, se kmetje v zadnjem času, predvsem zaradi novih tehnologij konzerviranja travne krme, poslužujejo tudi sušenja pod kozolci. Ker kozolcev ne uporabljajo več za sušenje sena, iz okna oz. »štanta« poberejo late in med stebre naložijo drva, ki so tako relativno dobro zaščitena pred vremenskimi vplivi.



Slika 12: Sušenje polen pod kozolcem (Medved, 2003)

V našem poizkusu smo dve od štirih skladovnic pokrili, dve pa smo pustili nepokriti in prepuščeni neposrednim vremenskim vplivom. Križa, ki smo ju sušili pokrita, smo pokrili z valovitima salonitnima ploščama; vsak križ z eno ploščo.



Slika 13: Skladovnica polen, vključena v poskus (Medved, 2003)

Polena so se v »dvojnih klatrah« sušila od oktobra 2002 do oktobra 2003, ko smo jih s krožno žago razžagali na polena dimenzij 25 do 30 cm in jih zložili v drvarnico.

4.2 TEHNOLOGIJA PRIDOBIVANJA POLEN – PORABA ČASA

Vsoto porabljenega časa in posameznih količin po posameznih tehnoloških postopkih prikazuje preglednica 5. Podatki so pridobljeni iz dnevnika dela: Gozd in predelava lesa (*priloga A*).

Preglednica 5: Skupna poraba časa pri pripravi metrskih polen

Delovna operacija – opis dela	Ročno delo (ur)	Traktor (ur)	Motorna žaga (ur)	Gozdarski tovornjak (ur)	Skupna kol. lesa m ³ /prm
Sečnja	17.9	/	17.9	/	28.5 m ³
Spravilo	60	6.5	/	/	28.5 m ³
Prevoz + nakladanje + razkladanje	/	/	/	3.7	28.5 m ³
Razžagovanje in cepljenje	74	23.5	16.5	/	44 prm
Prevoz in zlaganje metrskih polen	31.5	13.5	/	/	44 prm
Skupna poraba časa (ur)	183.4	43.5	34.4	3.7	/
Poraba časa na 1 prm (ur/prm)	4.17	0.988	0.78	0,084	/

4.3 SODOBNE TEHNOLOGJE PRIDOBIVANJA POLEN

Cilj katerekoli tehnologije priprave polen je iz goli kot celote pripraviti les v takšni obliki, da bi omogočal najenostavnejše rokovanje z njim pri kurjenju. Pri kurjenju s poleni uporabljamo polena različnih oblik, dolžine od 25 do 50 cm, vendar pa je dolžina polen odvisna predvsem od dolžine kurišča, v katerem bomo drva kurili. Načinov oziroma tehnologij priprave polen od goli do polena je več. Celotna tehnologija je sestavljena iz dveh glavnih faz, t.j. prežagovanja in cepljenja. Glede na varnost pri delu in učinkovitost posameznih načinov, bi lahko le-te razdelili v tri skupine:

- stari načini pridobivanja polen,
- klasični - tradicionalni načini pridobivanja polen,
- sodobni načini pridobivanja polen.

Preglednica 6: Različne tehnologije priprave polen

Stari (ročni) načini pridobivanja polen		
Prežagovanje	Cepljenje	Dobljena oblika
Prežagovanje goli na končno dolžino polen z motorno žago	Cepljenje s sekiro	Polena različnih oblik, končne dolžine od 25 do 50 cm, primerna za uporabo, oziroma skladiščenje v drvarnici
Prežagovanje goli na metrske kose z motorno žago	Cepljenje s sekiro ali macolo in klinom, cepilnim in drvarskim batom ter klini za cepljenje	Metrška polena, različnih oblik, primerna za razrez z motorno žago, krožno žago oziroma sušenje v skladovnici
Ročno-strojni načini pridobivanja polen		
Prežagovanje goli na končno dolžino polen z motorno žago	Cepljenje s hidravličnim cepilnikom	Polena različnih oblik, končne dolžine od 25 do 50 cm, primerna za uporabo, oziroma skladiščenje v drvarnici
Prežagovanje goli na metrske kose z motorno žago	Cepljenje z vretenastim cepilnikom	Metrška polena, različnih oblik, primerna za razrez z motorno žago, krožno žago oziroma sušenje v skladovnici
Prežagovanje goli na metrske kose z motorno žago	Cepljenje s hidravličnim cepilnikom	Metrška polena, različnih oblik, primerna za razrez z motorno žago, krožno žago oziroma sušenje v skladovnici
Sodobni (strojni) načini pridobivanja polen		
Prežagovanje goli (4m) na končno dolžino polen z verižno ali krožno žago na rezalno cepilnem stroju	Cepljenje s potisnim hidravličnim valjem in posebnimi noži na rezalno cepilnem stroju	Polena različnih oblik, končne dolžine od 25 do 50 cm, primerna za uporabo, oziroma skladiščenje v drvarnici

4.4 POSTAVITEV POIZKUSA

Bukova metrska polena za poizkus smo izbrali in izločili na poseben kup že med samim cepljenjem polen na pomožnem skladišču. Izbirali smo jih predvsem na podlagi vodila, da so bila čim bolj podobna tipični obliki okroglice, polovice, četrtine oziroma sredice.

Celotna količina izbranih metrskih polen je bila več kot 190 kosov. Metrska polena smo začasno shranili na pomožnem skladišču, od koder smo jih kasneje s traktorjem in traktorsko prikolico odpeljali do kmetije, kjer smo opravil končni izbor metrskih polen in jih nekaj tudi skrajšali z motorno žago na dolžino enega metra. Izmed teh metrskih polen

smo pred začetkom poizkusa, pred prvim merjenjem, izbrali 160 metrskih polen, po 40 od vsake izbrane oblike.

Kriteriji za izbor:

- metrsko poleno je moralo v največji možni meri imeti tipično obliko (okroglica, polovica, četrtnina, sredica);
- okroglica, polovica in četrtnina so morale imeti najvišji možni delež nepoškodovanega lubja;
- predvsem pri okroglih metrskih polenih je bila omejitev tudi tehtalno območje tehtnice; zgornja meja tehtanja je bila 11 kg.

Izbor metrskih polen za poizkus je potekal istočasno s prvim merjenjem vlage v lesu in tehtanjem, kjer smo izločili vsa pretežka in preveč poškodovana metrska polena.

4.4.1 Spremljanje sušenja bukovih polen v enem letu

Spremljanje vlage v polenih smo merili od vključno 30.10.2002 do vključno 8.11.2003. Meritve smo izvajali na dan nastopa polne lune oziroma na dan, ki je bil najbližji predvidenemu, kadar meritve zaradi vremenskih razmer ni bilo možno izvesti oziroma ne bi dobili relevantnih podatkov.

Meritve lahko razdelimo na:

- prvo in zadnjo meritve,
- periodične meritve.

Faze prve meritve:

1. tehtanje polen,
2. označitev polen,
3. meritve vlažnosti polen.

Faze zadnje meritve:

1. meritve vlažnosti polen,
2. tehtanje polen.

Prva meritve

1. faza - tehtanje polen

Vsako izmed izbranih bukovih metrskih polen smo stehali. Tehtali smo na delikatesni tehtnici s tehtalnim območjem od 0 do 11 kg, na pol grama natančno. Pretežka metrska polena, torej tista, ki so bila težja od 11 kg, smo takoj izločili iz poskusa. Težo za vsako izmed 160 izbranih metrskih polen smo vpisali v preglednico (*priloga B*).

2. faza – označitev metrskih polen

Druga faza prve meritve je bila označitev metrskih polen. Vsako izmed metrskih polen smo na čelu označili s flomastrom z zaporedno številko od 1 do 160.

Preglednica 7: Zaporedne številke polen glede na mesto in način sušenja ter na obliko polen.

Oblika polena	Mesto in način sušenja	Zaporedne številke od – do	Oznaka v grafikonih
Okroglica	Sonce – pokrito	1 do 10	O/S/P
Četrtnina	Sonce – pokrito	11 do 20	Č/S/P
Sredica	Sonce – pokrito	21 do 30	S/S/P
Polovica	Sonce – pokrito	31 do 40	P/S/P
Okroglica	Sonce – nepokrito	41 do 50	O/S/N
Sredica	Sonce – nepokrito	51 do 60	S/S/N
Polovica	Sonce – nepokrito	61 do 70	P/S/N
Četrtnina	Sonce – nepokrito	71 do 80	Č/S/N
Četrtnina	Senca – nepokrito	81 do 90	Č/SE/N
Sredica	Senca – nepokrito	91 do 100	S/SE/N
Polovica	Senca – nepokrito	101 do 110	P/SE/N
Okroglica	Senca – nepokrito	111 do 120	O/SE/N
Četrtnina	Senca – pokrito	121 do 130	Č/SE/P
Polovica	Senca – pokrito	131 do 140	P/SE/P
Sredica	Senca – pokrito	141 do 150	S/SE/P
Okroglica	Senca – pokrito	151 do 160	O/SE/P

3. faza – meritev vlažnosti polen

Tretja faza prve meritve oziroma pridobivanje za nas najbolj pomembnih podatkov je bila meritev začetne vlažnosti metrskih polen. Predstavlja izhodiščno vrednost za posamezno metrsko poleno. Vlažnost smo izmerili z vlagomerom z elektrodama oziroma merilno sondo. Vlagomer oziroma merilni instrument Testoterm hygrotest 6500 je izdelek nemškega podjetja Testo. Merilnik je bil kupljen v letu 1987.



Slika 14: Testoterm hygrotest (Medved, 2003)

Aparat je prvenstveno namenjen določevanju vlage v lesu in gradbenih materialih. Poznamo dva načina ugotavljanja vlage v materialih. Pri sušilni metodi se vzorec stehta pred in po sušenju, izguba teže pa nam predstavlja volumski ali utežni odstotek vode. Pri našem vlagomeru merilni princip merilnika temelji na električni prevodnosti merjenca. Ta je merilo za vlago materiala med dvema elektrodama. Poenostavljeno si lahko postopek predstavimo tako: material med obema elektrodama je nepravi električni upor, odvisen od vrste materiala, katerega velikost je v glavnem odvisna od vsebnosti vlage. Material med elektrodama je lahko bolj ali manj prevoden, električna prevodnost materiala pa je odvisna od vsebnosti vode, vrste materiala ter nekoliko tudi od temperature. Z višanjem temperature narašča tudi električna prevodnost (Testo,navodila..., 1987).

Pri našem poizkusu je šlo za ugotavljanje vlažnosti bukovega lesa. Uporabljali smo zabijalno sondo s kladivom, na koncu katere sta bili nameščeni merilni elektrodi. Merilno sondo smo nastavili približno 10 do 15 cm od čela polena. Izogibali smo se tudi mestom, kjer so bile v lesu prevelike nepravilnosti: grče, razpoke, poškodovano lubje. Sledilo je nabijanje sonde z merilnima elektrodama v les s pomočjo kladiva – nabijala na sondi. Globino, na kateri smo merili vlažnost lesa, smo kontrolirali z merilno paličico, na kateri je skala s pol-centimetrskimi razdelki in je vgrajena v sondo med elektrodama. V okviru našega poizkusa smo se dogovorili za merjenje vlage na 2 cm globine v lesu.



Slika 15: Nabijalna sonda v lesu (Medved, 2003)

Hitrost in težavnost nabijanja elektrod v les je bila odvisna od same gostote lesa, prisotnosti napak lesa v neposredni bližini mesta merjenja ter od vlažnosti lesa. Prav tako smo morali prilagoditi čas odčitavanja vlažnosti na prikazovalniku, ki je prek žice povezan z merilno sondo oziroma merilnima elektrodama. Težava pa se je pojavila pri času odčitavanja vrednosti, ki se je izpisala, saj je od prenehanja nabijanja elektrod v les vrednost neprestano padala.

Največje težave so bile zlasti pri zelo vlažnih metrskih polenih. Tako se je pri zelo vlažnih metrskih polenih vrednost spreminjala tudi nekaj minut, pri suhih pa se je vrednost ustalila v nekaj sekundah. Zaradi doslednosti pri izmeri vlažnosti vseh metrskih polen smo se dogovorili, da bo čas umirjanja vrednosti 5 sekund.



Slika 16: Padanje vrednosti vlažnosti na prikazovalniku (Medved, 2003)

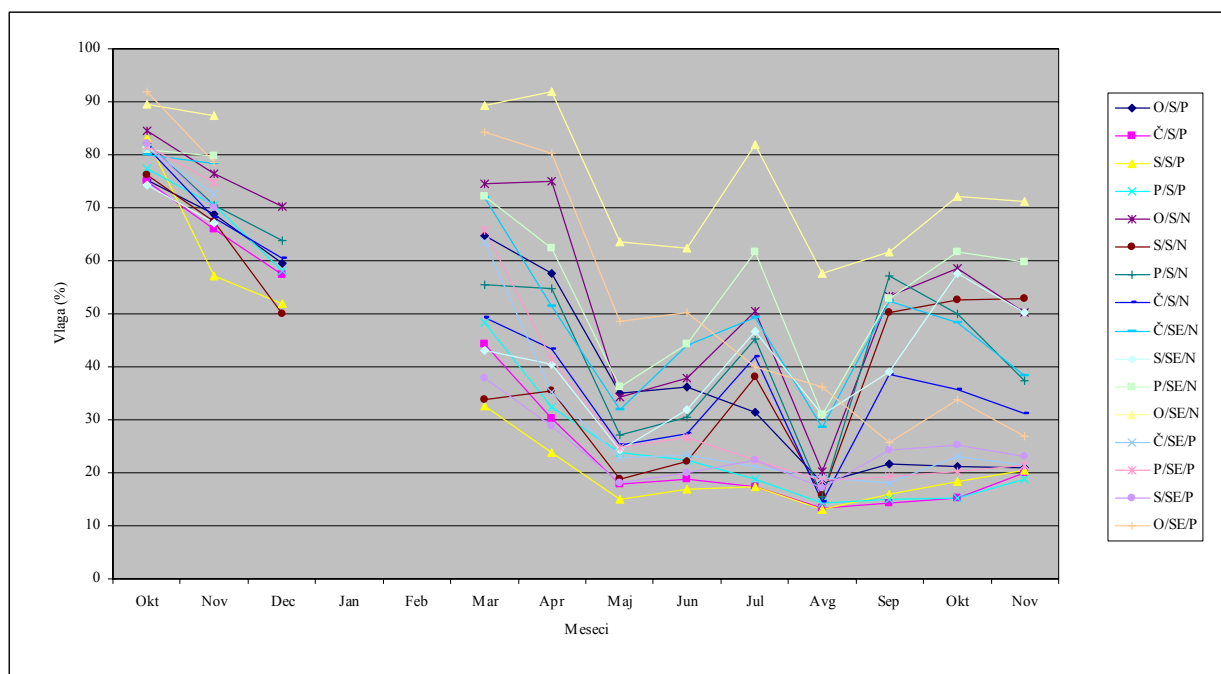
Po preteku petih sekund od trenutka, ko smo prenehali z nabijanjem sonde v les, smo odčitali vrednost na prikazovalniku in jo zapisali v razpredelnico. Ta postopek smo ponovili pri ostalih polenih. Izmerjene vrednosti, izpisane na prikazovalniku, smo vpisali na odstotek natančno v preglednico.



Slika 17: Celotna sonda v lesu (Medved, 2003)

Periodične meritve – meritve vlažnosti bukovih metrskih polen

Naslednje meritve vlažnosti metrskih polen z vlagomerom smo opravljali ob dnevih s polno luno, to je približno vsakih 30 dni. Na sliki 18 so prikazane povprečne vrednosti vlažnosti metrskih polen in potek sušenja.



Slika 18: Meritve vlažnosti bukovih metrskih polen po posameznih skupinah

Posamezna vrednost, za vsako izmed oblik bukovega metrskega polena v sliki 18, predstavlja povprečno vrednost 10 – ih polen enake oblike glede na način in mesto sušenja.

Tretje meritve pri metrskih polenih, ki so se sušila v senci, zaradi prenizkih temperatur nismo opravljali. Navodilo oziroma priporočilo proizvajalca merilnega aparata je, da letni namenjen merjenju vlažnosti pri temperaturah merjenca pod 0°C. Vzrok za prestavitev termina izvajanja meritve pa so bile lahko poleg prenizke temperature tudi padavine. Če je dan ali dva pred predvidenim terminom oz. na dan opravljanja meritve deževalo, smo čas meritve prestavili za toliko dni, da se je les površinsko osušil, ponavadi za dva do tri dni.

Eden izmed vzrokov, da meritve nismo opravili, je bil tudi sneg na skladovnicah oziroma metrskih polenih. V kolikor je bila temperatura nad 0°C, meritve nismo opravili zaradi talečega snega na metrskih polenih in posledično višje vlažnosti polen. Kadar pa smo imeli suha metrska polena pokrita s snegom, pa je bil to zadosten dokaz, da je dejanska temperatura metrskih polen in zraka pod dovoljeno delovno mejo merilnika.

Sam postopek opravljanja periodičnih meritev je bil popolnoma enak kot pri prvem merjenju, s tem da smo pri naslednjih meritvah opravili zgolj po eno meritev – vbod, cca. 10 do 15 cm od čela metrskega polena. Čas meritve je bil 5 sec., t.j. od trenutka, ko smo prenehali z nabijanjem, do trenutka, ko smo odčitali izmerjeno vlažnost na prikazovalniku. Izmerjene vrednosti smo zapisovali v preglednico. Istočasno z opravljanjem meritve smo spremljali tudi »mikroklimo« v križih in sicer temperaturo ter vlažnost zraka. Temperatura zraka v posameznih križih je bila tudi izhodišče za nastavitve merilnika vlažnosti.

Zadnja meritev

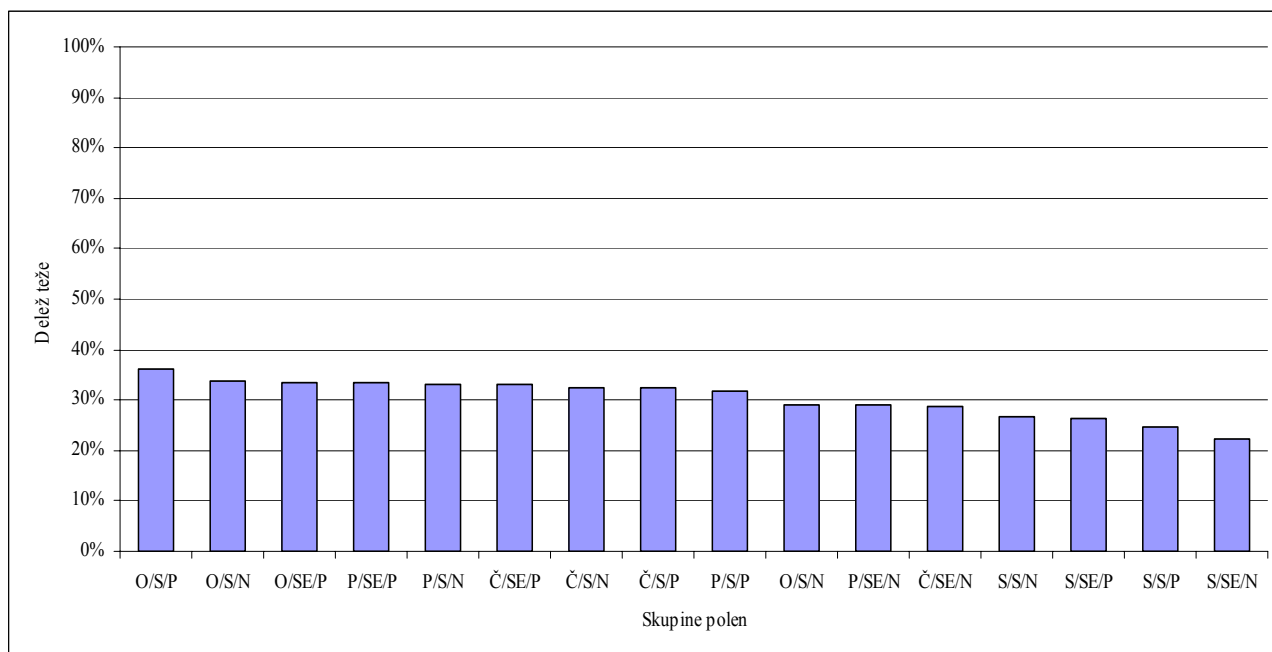
Ker nas je nekaj dni pred predvidenim terminom za zaključek poizkusa oziroma pred zadnjo meritvijo presenetil sneg, smo metrska polena, ki so se sušila pokrita, začasno zložili v garažo. Metrska polena, ki pa so se sušila nepokrita, smo zložili pod balkon, da so se vsaj delno osušila, zlasti tista, ki so se sušila v gozdu, ker so bila še delno prekrita s snegom. Tako smo pustili metrska polena še osem dni.

1. faza zadnje meritve – meritev vlažnosti

Zadnjo meritev vlažnosti metrskih polen smo ponovno opravljali v garaži, kjer smo opravljali že prvo meritev ter tehtanje. Pri zadnji meritvi vlažnosti z vlagomerom smo merili vlažnost na dva načina. Tako smo pri prvem načinu upoštevali vlažnost izmerjeno na oddaljenosti 10 do 15 cm od čela metrskega polena, torej na razdalji na kateri smo merili pri vmesnih meritvah. Pri drugem načinu pa smo izmerili vlažnost na razdalji 10 do 25 cm od oštevilčenega čela, na sredini in na razdalji 10 cm od neoštevilčenega čela metrskega polena in iz teh treh dobljenih vrednosti izračunali srednjo vrednost vlažnosti.

2. faza zadnje meritve - tehtanje metrskih polen

Pri zadnji meritvi smo opravili tudi zaključno tehtanje na enak način kot na samem začetku poizkusa. Posamezna metrska polena smo ponovno stehali na delikatesni tehtnici na 5 gramov natančno, dobljene vrednosti pa smo vpisali v preglednico. Razliko tež med prvo in zadnjo meritvijo predstavlja predvsem voda, ki je v tem času izhlapela iz metrskih polen. Slika 19 prikazuje odstotek izgubljene teže oziroma vode glede na začetno težo metrskih polen.



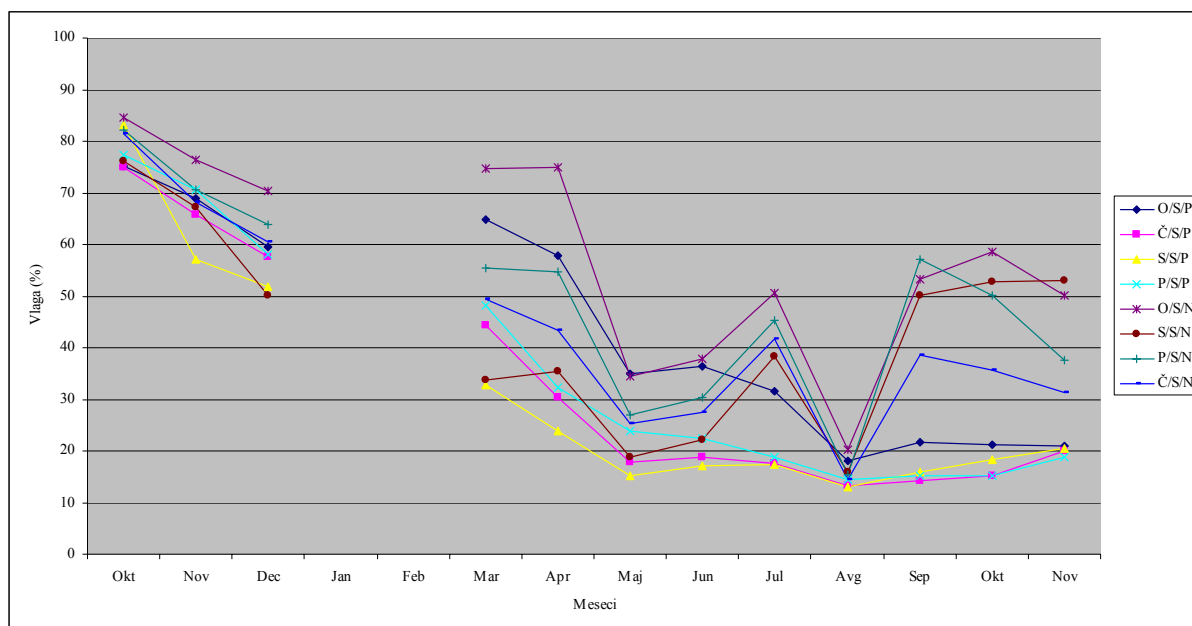
Opomba: oznake na x osi so razložene v preglednici 7

Slika 19: Odstotek izgubljene teže glede na začetno težo metrskih polen

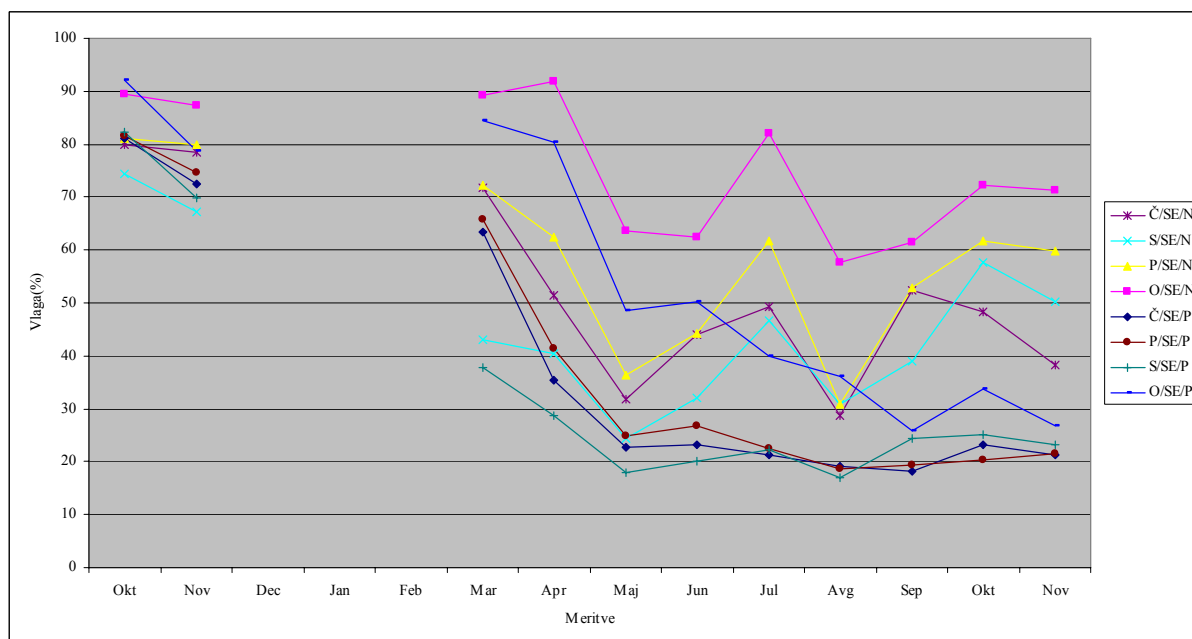
Posamezne vrednosti predstavljajo povprečje desetih metrskih polen enake oblike glede na način in mesto sušenja. Odražajo razliko med začetno in končno težo metrskih polen oziroma padec teže v odstotkih glede na začetno težo metrskih polen.

4.4.2 Vpliv oblike polen in mesta sušenja na vsebnost vlage v lesu

Poleg same oblike na intenzivnost sušenja zelo očitno vpliva tudi mesto sušenja. V našem poizkusu smo metrska polena sušili v senci in na soncu. Očitne razlike v poteku sušenja lahko ugotovimo ob primerjavi slike 20 in 21.



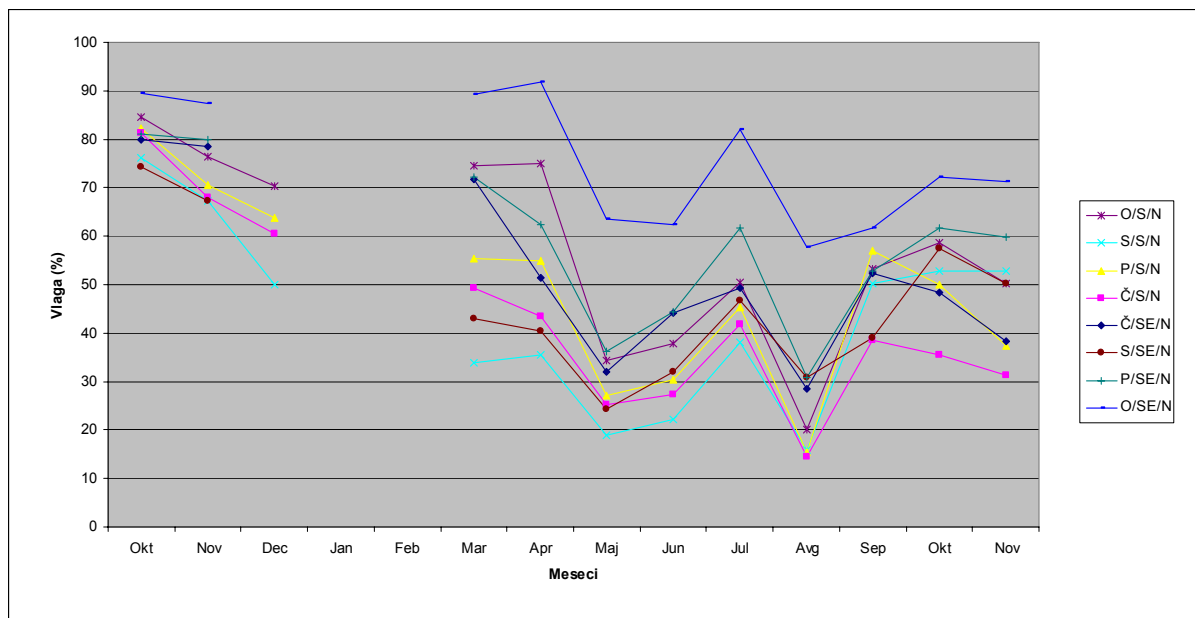
Slika 20: Sušenje metrskih polen na sončni legi



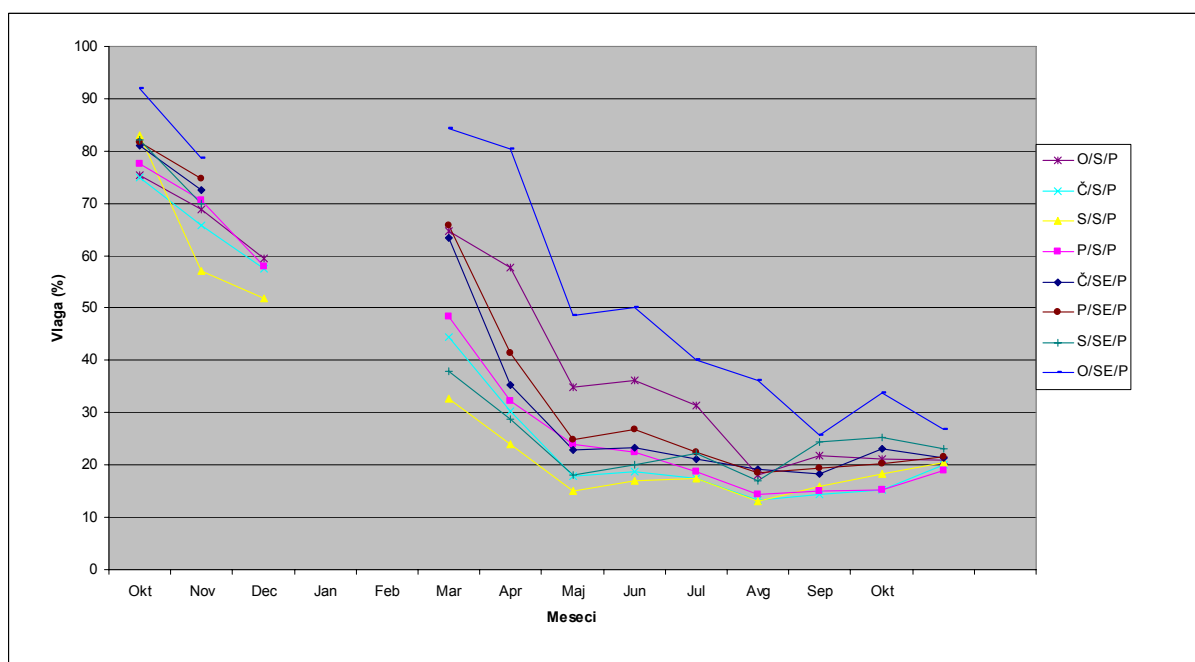
Slika 21: Sušenje metrskih polen v senčni legi

Pri sušenju na soncu so se metrska polena v splošnem sušila intenzivneje in z manjšo dovzetnostjo za trenutne vremenske razmere kot polena v senci. To velja predvsem za nepokrita polena. Nihanja vlage v odstotkih so pri metrskih polenih, ki so se sušila v senci, večja kot pri metrskih polenih, ki so se sušila na soncu, kjer so bila nihanja manjša in krajša. Vzrok temu je bila prav izpostavljenost soncu. Polena so se v tem primeru lahko zelo hitro osušila do enake vrednosti, kot so jo imela pred padavinami. Bistvena razlika se kaže tudi v zimskih mesecih, ko je bilo v decembru v senčni legi toliko snega, da meritve niso bile možne, na sončni legi pa smo meritve še lahko izvedli.

Velik vpliv na intenzivnost in sam potek sušenja je imela tudi oblika sušenja. V našem poizkusu smo po eno skladovnico v senci in na soncu sušili pokrito, ostali dve pa nepokriti. Dejanske razlike lahko ugotovimo ob primerjavi slike 22 in slike 23.



Slika 22: Sušenje metrskih polen v nepokriti skladovnici

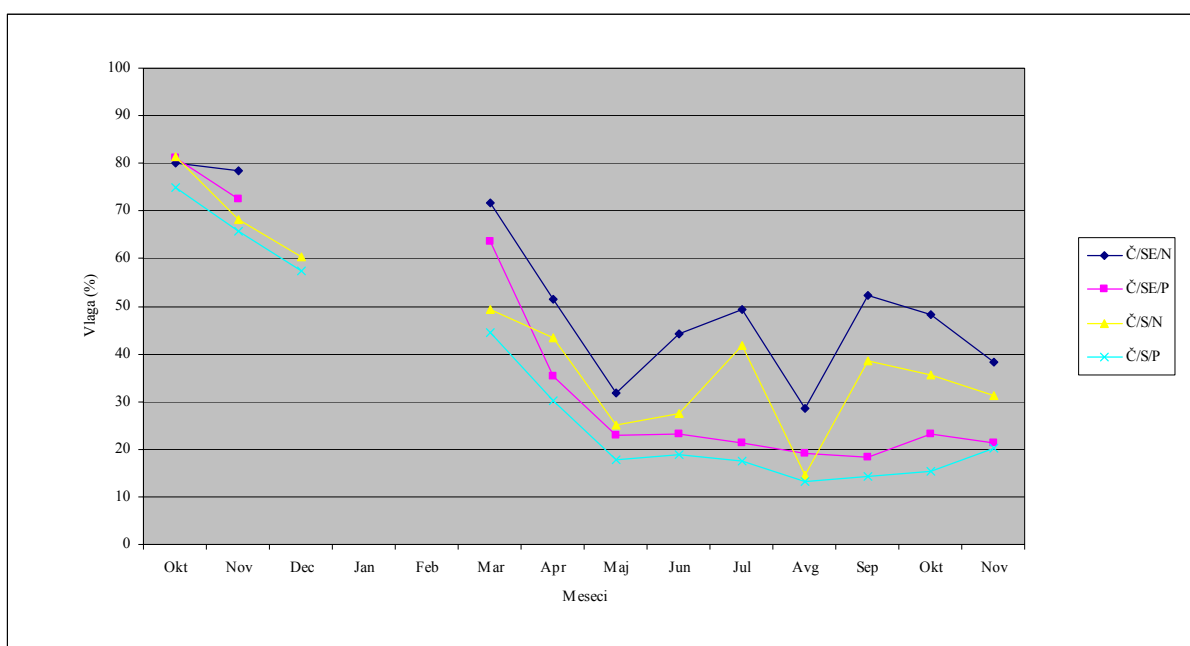


Slika 23: Sušenje metrskih polen v pokriti skladovnici

Padanje vlažnosti pri metrskih polenih v pokritih skladovnicah je precej bolj enakomerno kot pri metrskih polenih v nepokritih skladovnicah. Zlasti je zanimivo močno nihanje v vrednostih vlage med samim potekom sušenja pri metrskih polenih v nepokritih skladovnicah. Očitne razlike se pojavijo tudi, ko primerjamo končne vrednosti vlage

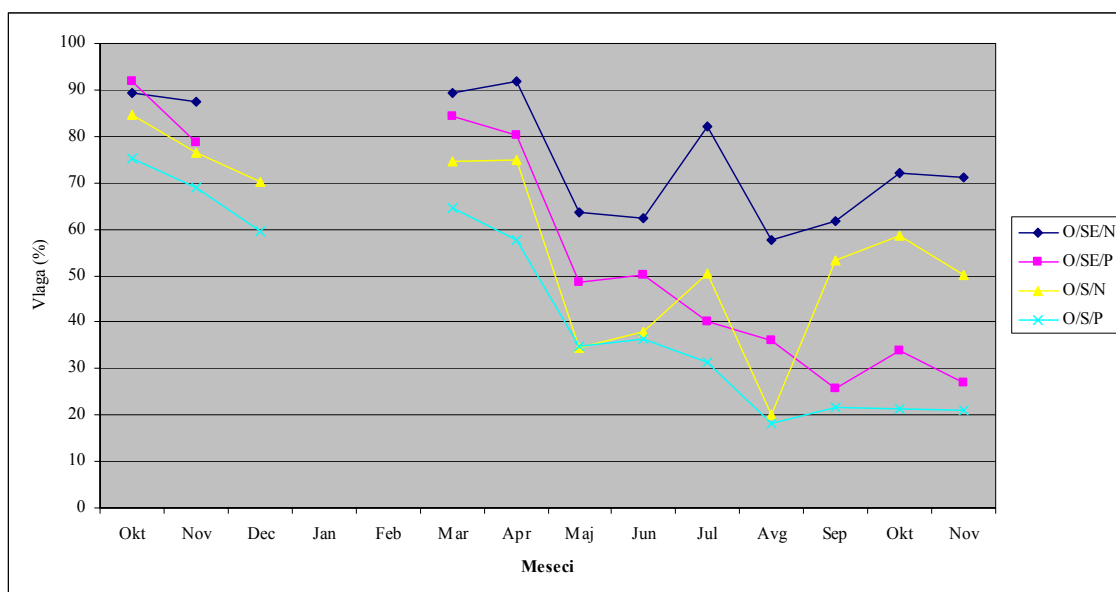
metrskih polen. Pri metrskih polenih, ki so se sušila v pokritih skladovnicah, so končne vrednosti vlage okvirno med 20 in 30 odstotkov, ne glede na mesto sušenja in obliko samih metrskih polen. Končna izmerjena vlažnost metrskih polen, ki so se sušila nepokrita je precej višja. Vrednosti se nahajajo v razponu od 25 do 52 odstotkov. Njihovo občutljivost na trenutne vremenske razmere lahko vidimo predvsem pri meritvi 8 in 10 ter 11, saj smo imeli nekaj dni pred meritvami padavine.

Kako na potek sušenja bukovih metrskih polen vplivajo oblike polen je razvidno iz spodnjih slik.



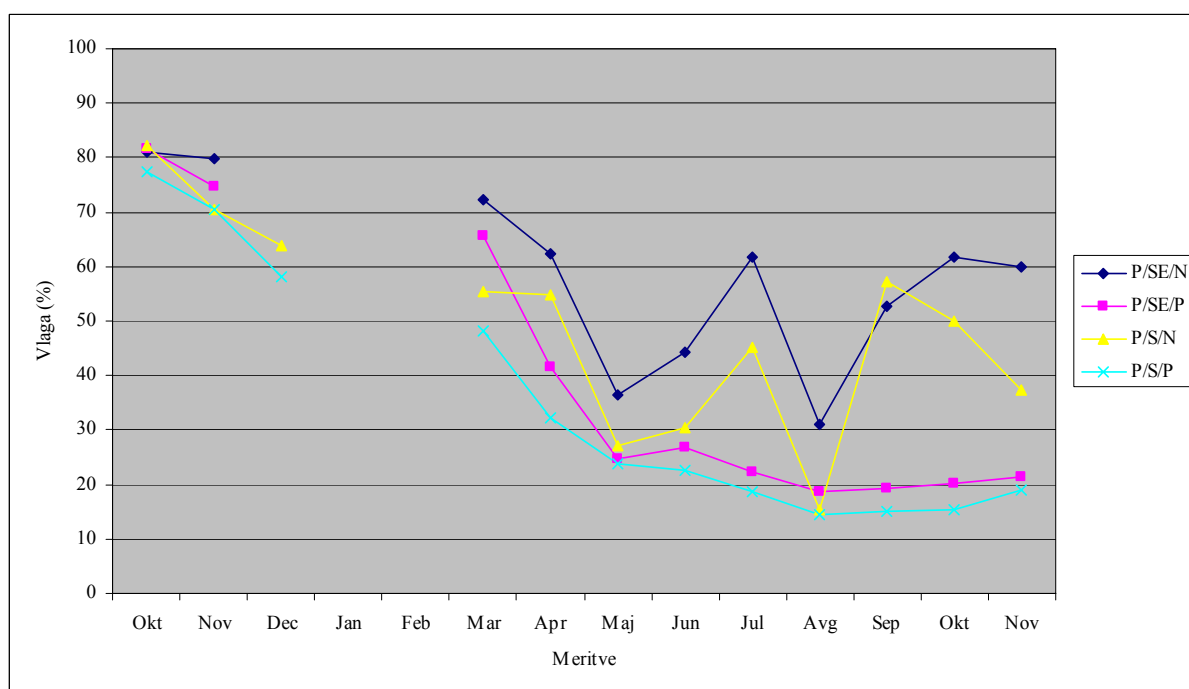
Slika 24: Sušenje četrtin

Očitna razlika v poteku sušenja je zlasti v enakomernosti padanja vlage od šeste meritve dalje. Največja nihanja vlage se pojavljajo pri četrtinah, ki so se sušile nepokrite. Končna vlažnost četrtin, ki so se sušile pokrite ne glede na mesto sušenja, je povprečno skoraj enaka. Prav tako so nepokrite četrtine, ne glede na mesto sušenja dosegle v povprečju enak odstotek, vendar za 10 odstotkov višji kot pokrite četrtine.



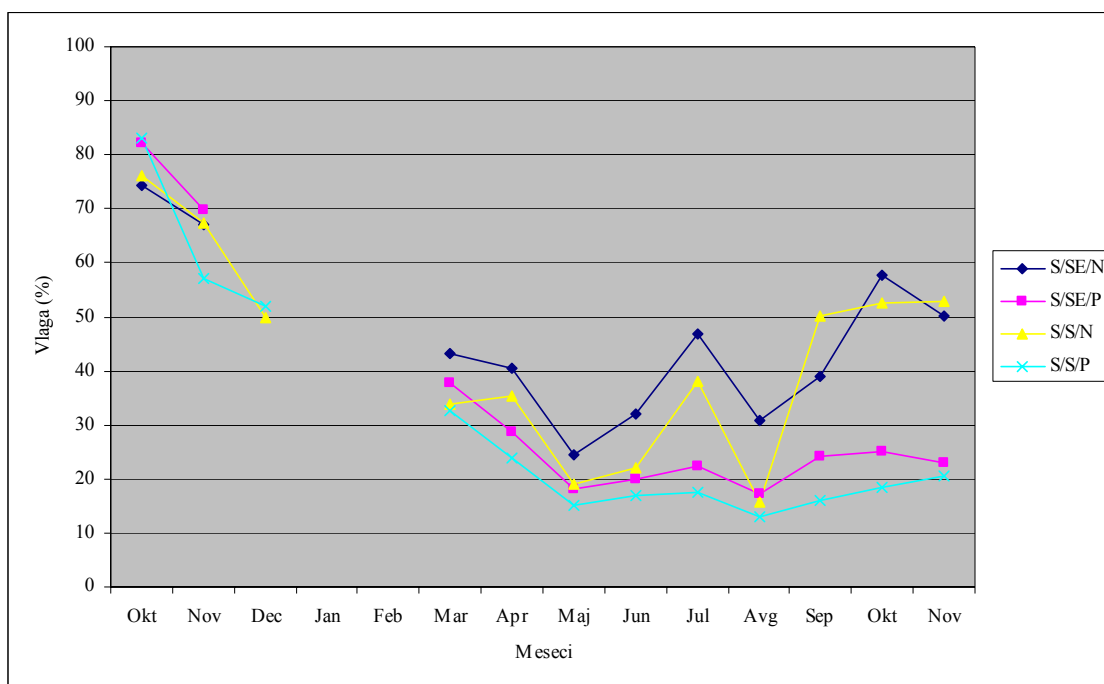
Slika 25: Sušenje okroglic

Tudi pri okroglicah je značilno enakomerno padanje vlage pri pokritih okroglicah in občutnejša nihanja pri nepokritih ne glede na mesto sušenja. Nepokrite okroglice, sušeče se na soncu so v povprečju pri posameznih meritvah dosegale celo nižje vrednosti kot pokrite v senci. Vendar pa so pri končnih vrednostih vlage zopet svojo vlogo odigrale vremenske razmere, predvsem padavine. Zelo visok odstotek vlage so imele še vedno okroglice, ki so se sušile v senci in nepokrite.



Slika 26: Sušenje polovic

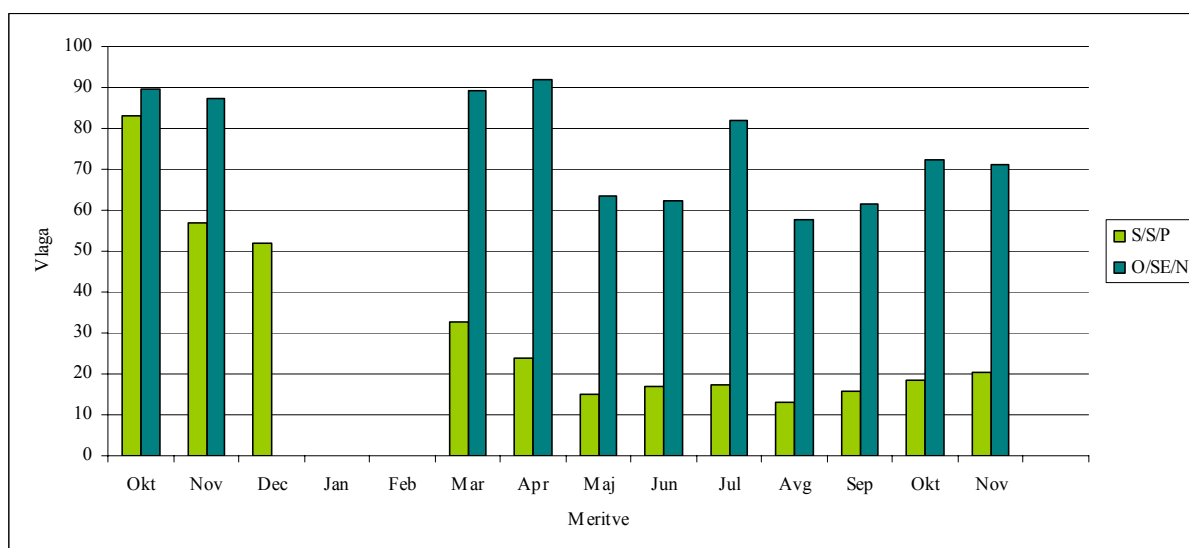
Pri polovicah je potek sušenja v osnovi zelo podoben poteku sušenja ostalih oblik metrskih polen. Zelo očiten pri tej obliki je vremenski vpliv na potek sušenja, zlasti pri nepokritih polovicah na soncu. Te so pri deveti meritvi v povprečju dosegle nižjo vrednost kot pokrite polovice v senci. Vendar pa lahko zaradi padavin že pri deseti meritvi opazimo drastično povišanje vlažnosti iz 16 na 57 odstotkov. Prav tako so končne vrednosti vlage pri pokritih polovicah očitno nižje kot pri nepokritih, ne glede na mesto sušenja.



Slika 27: Sušenje sredic

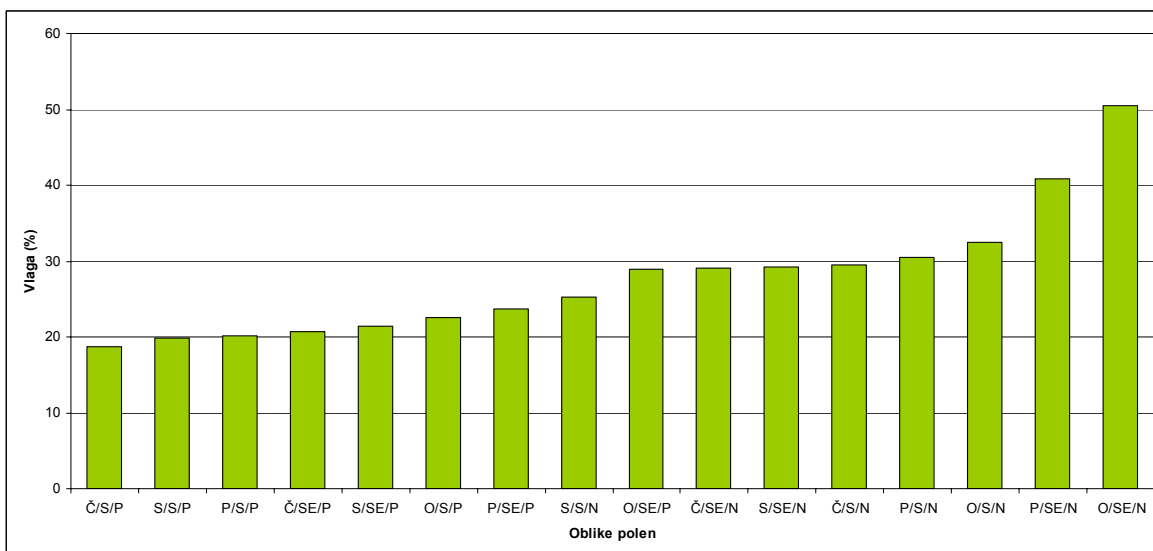
Pri sredicah lahko ugotovimo izredno hitro padanje vlažnosti v lesu, saj so v večini svojo končno vlažnost oziroma suhost dosegle že pri šesti meritvi. Do konca meritev lahko opazimo le manjša nihanja vlažnosti pri pokritih sredicah, ne glede na mesto sušenja. Pri nepokritih sredicah je prišla zopet do izraza občutljivost na trenutne vremenske razmere predvsem padavine.

Kako lahko oblika polena, mesto in način sušenja vplivajo na potek sušenja in končno vlažnost metrskega polena, nam zelo nazorno prikazuje spodnja primerjava dveh skrajnih možnosti.



Slika 28: Primerjava dveh skrajnih oblik pri sušenju bukovih metrskih polen

Potrditev naših predvidevanj se je pokazala prav ob primerjavi dveh, v našem primeru najbolj reprezentativnih oblik polen. Začetna vlažnost obeh oblik bukovih polen je bila dokaj podobna. S tem, da se je okroglica sušila v skladovnici v senci in nepokrita, sredica pa v pokriti skladovnici in na soncu. Pri nadaljnjih meritvah ugotovimo, da so se sredice sušile zelo enakomerno in so svojo najnižjo vlažnost dosegle že ob deveti meritvi. Za potek sušenja okroglic so značilna velika nihanja vlage med samim sušenjem. Če primerjamo končno vlažnost lahko ugotovimo, da se vsebnost vlage sredic ustali na 20 odstotkih, medtem ko okroglice na koncu dosežejo občutneje višjo vsebnost vlage, okrog 50 odstotkov. Skupine polen lahko razvrstimo glede na končno vsebnost vlage (slika 29).

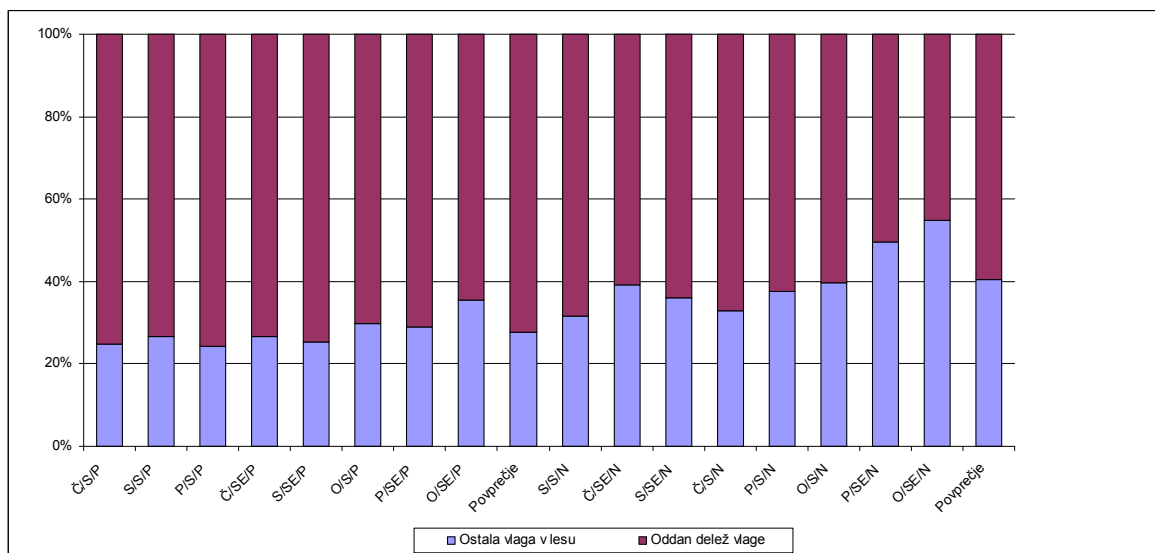


Slika 29: Končna vlaga polen po posameznih oblikah

Preglednica 8: Začetna in končna vlaga skupin polen

Oblika polen	Začetna vlaga (%)	Končna vlaga (%)	Razlika (%)
Č/S/P	75	19	57
S/S/P	75	20	55
P/S/P	83	20	63
Č/SE/P	77	21	57
S/SE/P	84	21	63
O/S/P	76	23	54
P/SE/P	82	24	58
O/SE/P	81	29	52
Povprečje – pokriti	79	22	57
S/S/N	80	25	55
Č/SE/N	74	29	45
S/SE/N	81	29	52
Č/S/N	89	30	60
P/S/N	81	31	51
O/S/N	82	33	49
P/SE/N	82	41	41
O/SE/N	92	51	41
Povprečje - nepokriti	83	33	49

V povprečju dosegajo polena, ki so se sušila v pokritih skladovnicah nižjo vlažnost, kot polena, ki so se sušila v nepokritih skladovnicah.

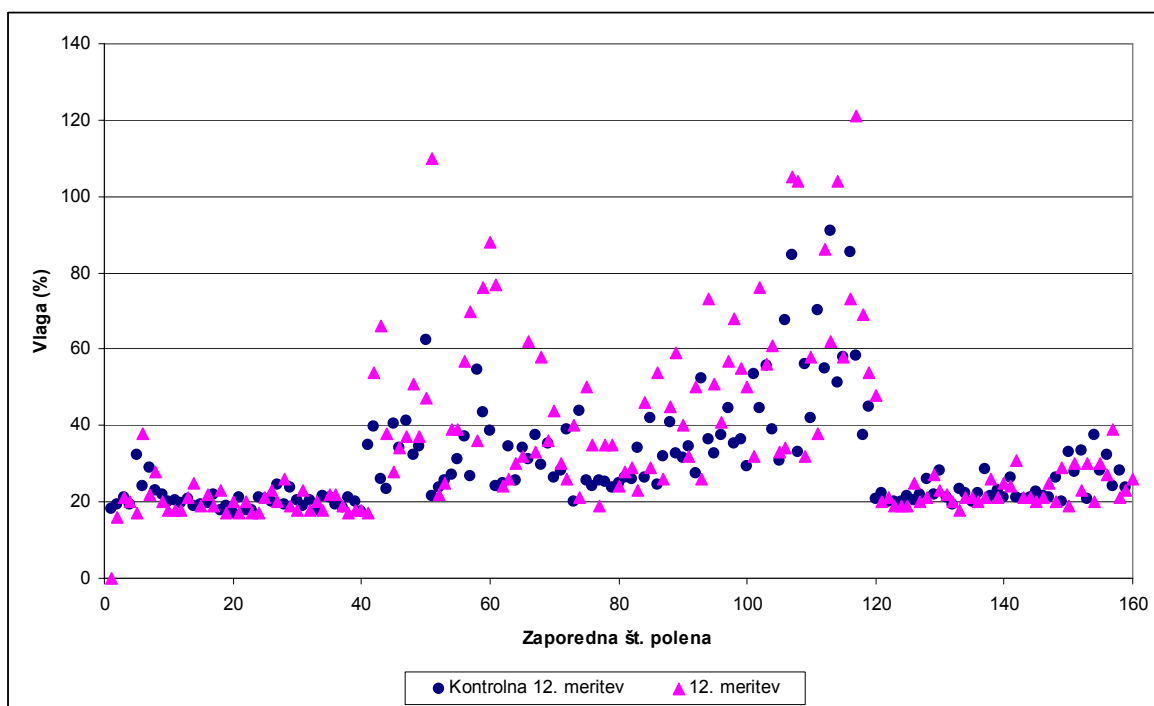


Slika 30: Primerjava med ostalo vlago v lesu in oddanim deležem vlage

4.4.3 Kontrolna meritev

Kontrolna meritev je bila izvedena na koncu opravljanja celotnega poizkusa in predstavlja povprečje treh meritev izmerjenih z vlagomerom na vseh polenih. Pri periodičnih meritvah smo merili polena na oddaljenosti 15 cm od oštevilčenega čela polena. Pri zadnji meritvi pa smo na vsakem polenu z vlagomerom izmerili vsebnost vlage trikrat. Merili smo na obeh skrajnih koncih metrskega polena, na razdalji okrog 15 cm od čela in na sredini polena. Končni rezultat je bilo povprečje iz seštevka teh treh meritev. Primerjava rezultatov glede na metodo meritve je pokazala razlike pri vrednostih vlage v polenih, ki so se sušila v nepokritih skladovnicah, medtem ko so meritve v polen v pokritih skladovnicah praktično enake (slika 31). Glavnina odstopanj se v večini primerov kaže kot višja vsebnost vlage v polenih pri metodi ene meritve kot pri metodi treh meritev.

Metoda treh meritev verjetno daje bolj verodostojne podatke o vsebnosti vlage v polenu, vendar pa ta metoda zaradi same postavitve poizkusa ni prišla v poštev.

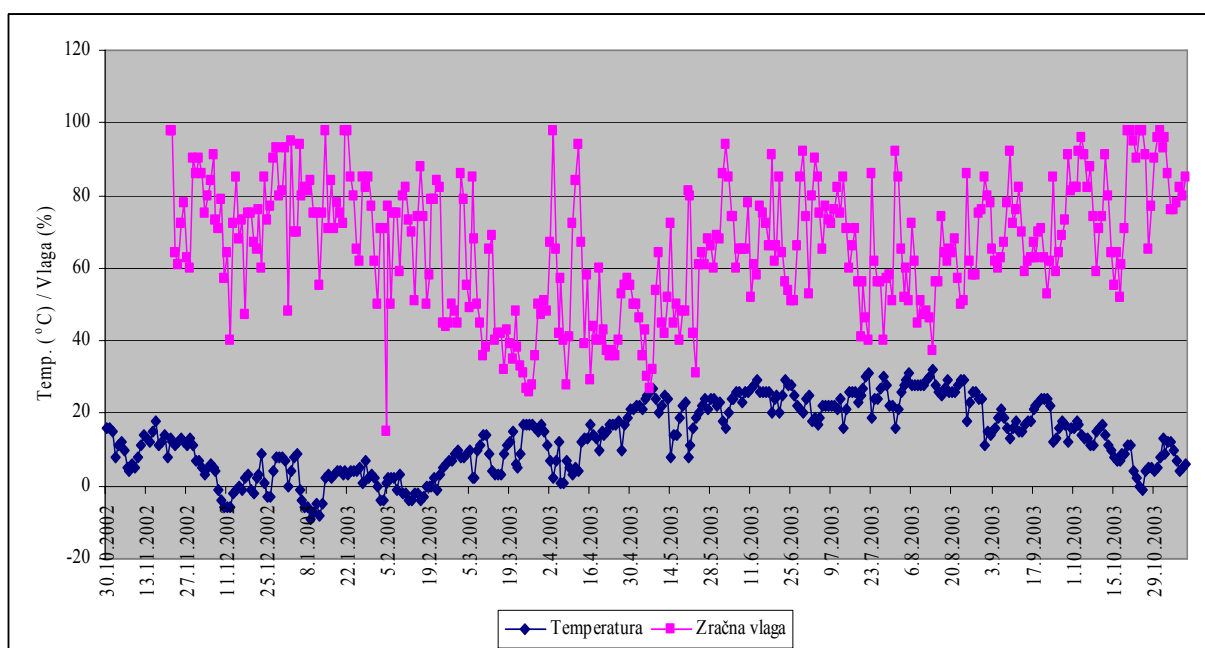


Slika 31: Primerjava med zadnjo meritvijo in kontrolnimi meritvami

4.4.4 Spremljanje vremenskih razmer

Od začetka poizkusa, ko smo začeli s spremljavo sušenja metrskih polen, pa zaključka, smo spremljali tudi dnevno stanje vremena – vremenske razmere ter dnevno zračno vlago in temperaturo.

Vremenske razmere ter količino in jakost padavin smo ocenili, temperaturo in zračno vlago pa smo merili s kombiniranim elektronskim merilnikom vlage in temperature. Razloge za nekatere nelogične vrednosti vlage metrskih polen pri meritvah si lahko enostavno razložimo, če pogledamo spodnjo sliko.



Slika 32: Temperature in zračna vlaga

Leto 2003 je bilo v splošnem zelo sušno leto. Visoke temperature in relativno malo padavin, zlasti v pomladanskem in poletnem času, so bile značilnost tega leta. To leto bi lahko označili za neobičajno, zato se je vpliv vremena še bolj občutno odražal na intenzivnosti sušenja. Ob upoštevanju vseh dejavnikov, kot so oblika metrskega polena, mesto in način sušenja ter vremenske razmere s temperaturo in zračno vlago, si lahko razložimo vsako izmerjeno vrednost vlage v vsakem polenu (*priloga D*).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Priprava polen, je še vedno zelo težko in nevarno delo. Zelo zahtevni opravili sta sečnja in cepljenje oziroma priprava metrskih polen z zastarelimi vretenastimi cepilniki. K sreči jih v zadnjem času zamenjujejo varnejši hidravlični cepilniki oziroma procesorji za pripravo polen.

Še vedno je zelo razširjeno pridobivanje metrskih polen, ki so po cepljenju metrskih kosov goli najbolj primerni za postopek sušenja v skladovnicah. Pozitivni učinek cepljenja pri sušenju se odraža zlasti pri končni vsebnosti vlage v posameznih oblikah polen. Okrogla polena v večini primerov obdržijo višji odstotek vlage kot ostale tri oblike cepljenih polen. Zato je smiselno tudi tanjše okrogle metrske kose goli precepiti na pol in s tem pospešiti sušenje.

Poleg tega je, v kolikor nam razmere to omogočajo, zelo smiselno sušiti polena na sončnih mestih in pokrita. Izkazalo se je, da se tako, pred padavinami zavarovana polena, sušijo enakomerneje in hitreje.

6 POVZETEK

Skozi stoletja je bil les za človeka glavni vir energije. Kasneje pa se je, z odkritjem premoga in tekočih fosilnih goriv pomen lesa kot kuriva, pričel zmanjševati. Vendar se je les kot kurivo dokaj uspešno obdržal izven večjih urbanih središč in na podeželju. Glavni vzrok opuščanja kurjenja z lesom pred desetletji pa je bil prav gotovo začetek uporabe kurilnega olja, ponekod tudi zemeljskega plina za ogrevanje.

Tovrstni načini, t.j. ogrevanje s tekočimi fosilnimi gorivi, če se osredotočimo zgolj na individualne sisteme, omogočajo uporabniku največje udobje. V tem primeru ni potrebno vsakodnevno kurjenje in večkratno nalaganje drv ter odstranjevanje pepela, obenem pa ne potrebujemo velikega skladišča za kurivo, kot npr. pri ogrevanju z drvmi oziroma premogom.

Večjo rabo lesne biomase kot obnovljivega vira energije opravičujejo naslednji dejavniki oziroma vzroki: gozdnatost Slovenije, rast cene nafte na svetovnih trgih, ekološka oporečnost fosilnih goriv, velik tehnološki napredek pri razvoju kurilnih naprav, ogrevalnih naprav in ogrevalnih sistemov ter ekonomski in okoljski vidik.

Tako z zamenjavo sistemov ogrevanja (na fosilna goriva s sistemom na lesno biomaso), poleg pozitivnih koristi za okolje, posamezni uporabniki posledično prihranijo že pri samem nakupu goriva – lesa, ki je cenejši. Poleg tega pripomorejo k dvigu ekonomske ravni tistih, ki se ukvarjajo s pridobivanjem kot tudi prodajo lesne biomase kot kuriva. Da lahko neko lesno biomaso uporabimo kot energent, mora od mesta v gozdu, kjer smo les posekali, do trenutka, ko les pri zgorevanju odda toplotno energijo, le-ta skozi določene tehnološke postopke. Najbolj uveljavljene oblike kuriva, primerne za uporabo pri posameznem uporabniku in v manjših ter srednje velikih sistemih so lesni sekanci, lesni peleti, lesni briketi in polena. Da dobi primerno obliko, za funkcionalno uporabo v energetske namene, je potrebno lesno biomaso ustrezno obdelati.

Eden izmed teh postopkov je cepljenje na metrska polena, ko les pripravimo tako, da ga lahko hitro in enostavno posušimo in nato uporabim za kurjenje. Pri cepljenju metrskih polen se je uveljavilo več tehnologij, pri katerih ima vsaka svoje prednosti in slabosti. Najpogostejša oblika cepljenja oziroma priprava metrskih polen je cepljenje na en meter dolžine razžaganih goli. Tako dobimo metrska polena različnih oblik, ki so primerna za sušenje. Kako hitro bo sušenje, je odvisno tudi od tega, kakšne oblike je metrsko poleno, kje je mesto sušenja in ali so metrska polena zavarovana pred vremenskimi vplivi – padavinami.

Ker na izkoristek kotla pri kurjenju vpliva vsebnost vlage v polenih, je zlasti pomembno, kakšne oblike so metrska polena ter kje in kako se sušijo. Tako smo primerjali med seboj hitrost in učinkovitost sušenja bukovih metrskih polen glede na obliko polena, mesto in način sušenja. Primerjali smo štiri tipične oblike metrskih polen: okroglico, polovico, četrtino in sredico. Glede na način sušenja smo polena sušili pokrita in nepokrita, glede na mesto sušenja pa v senci in na soncu. Intenzivnost sušenja polen smo periodično spremljali z meritvami, ki smo jih izvajali z elektronskim vlagomerom Testo hygrotest 6500.

Vrednosti pridobljene s periodičnimi meritvami so nam pokazale trend in intenzivnost sušenja posameznih oblik polen glede na način in mesto sušenja. Najintenzivneje so se sušile sredice v pokriti skladovnici na soncu, najslabšo vrednost pa so dosegla okrogla metrska polena v senci in v nepokriti skladovnici. Glede na dobljene rezultate je v praksi zelo smiselno tudi tanjša okrogla metrska polena precepiti na pol. Prav tako pa je pomembno, da sušimo metrska polena na sončnem mestu in pokrita.

7 VIRI

- Energetska bilanca republike Slovenije 2003. 2003. Ljubljana, Ministrstvo za okolje prostor in energijo: 25 str.
- Hrovatin D. 2000. Kotli na lesno biomaso: čista energija iz gozda.– vodnik: strokovna brošura. Ljubljana, Agencija za prestrukturiranje energetike : I, 23 str.
- Katalog produktov lesne biomase. Borzen – ove,organiziran trg z lesno biomaso. 2004. <http://www.borzen-ove.si> (5. mar. 2005)
- Končno poročilo projekta: »Preskrba in raba bioenergije ob sočasnem zagotavljanju trajnostnega gospodarjenja z gozdom«. 2005. Ljubljana Zavod za gozdove Slovenije, delovno gradivo: 185 str.
- Kopše I., Kranjc N. 2005. Ogrevanje z lesom. Ljubljana, Zavod za gozdove, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 38 str.
- Krajnc N. 2001. Lesni peleti : strokovna monografija. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 24 str.
- Krajnc N. 2001. Stroški pridobivanja in rabe lesne biomase. Kmečki glas, 58, 17: 8
- Krajnc N., Dolenšek M. 2001. Sodobna raba lesne biomase (potenciali in tehnologije). V: Zbornik simpozija Trendi v razvoju kmetijske tehnike. Poje Tomaž (ur.). Radenci, 14. in 15. junij 2001. Ljubljana, Društvo kmetijske tehnike Slovenije: 113-121.
- Krajnc N., Kovač Š. 2003. Lesna biomasa – okolju prijazen obnovljiv vir energije. Slovenska Bistrica, Občina: 23 str.
- Noč Razinger M. 2004. Poraba energije in goriv v gospodinjstvih, Slovenija, 2002 = Household energy consumption survey, Slovenia, 2002. Statistične informacije. 18, Energetika. 18, 257,1 (6. september 2004): 14 str.
- Pisek R. 2004. Lesni briketi: seminarska naloga. Izobraževanje svetovalcev za energetska izrabo lesne biomase. Bled, 9.3.2004. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije – centralna enota: 11 str. (neobjavljeno)
- Pogačnik N. 2000. Metode svetovanja lastnikom gozdov za učinkovito rabo lesa v energetske namene: magistrsko delo. Ljubljana, samozaložba: 199 str.
- Polšak A. 2004. Konkurenčnost lesne biomase v primerjavi z ostalimi energenti: diplomsko delo. Radovljica, samozaložba: 76 str.
- Predlog prevoda EU tehnične specifikacije: prCEN/TS 14588, Trdna biogoriva – terminologija, definicije in opisi, 2005 (neobjavljeno gradivo)
- Resolucija o nacionalnem energetskega programu. Uradni list RS, št. 57-2669/2004
- Statistični letopis 2005. 2005. Ljubljana, Statistični urad republike Slovenije: 315 – 320
- Testo Hygrotest 6500: navodila za uporabo. 1987. Tehnunion, Ljubljana: 12 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se zaposlenim na Gozdarskem inštitutu Slovenije za pripravo metodologije in izvedbe terenskih meritev.

Za pomoč in nasvete pri nastajanju diplomskega dela se zahvaljujem mentorjuizr. prof. dr. Boštjanu Koširju in somentorici dr. Nike Kranjc z Gozdarskega inštituta Slovenije.

Hvala tudi vsem tistim, ki ste kakorkoli pripomogli h končni podobi tega diplomskega dela.

PRILOGE

Priloga A: Dnevnik dela: GOZD IN PREDELAVA LESA – priprava kurjave

Obrazec 1 Dnevnik dela: GOZD IN PREDELAVA LESA - priprava kurjane

Kmetija: _____ Leto: 2002 _____

Štev. lista: I _____

Datum	OPIS DELA	LASTNO DELO						TUJE DELO			VRSTA PROIZVODA oz. UČINEK DELA			Opombe
		ur/delavca	Število delav- cev	Stroj (vprega) (ur)	Opis stroja (vprega)	Opis (kdo)	EM	Količ.	Opis	EM	Količina			
13.8.	SEČIJA-REDEČIJE V DEBELJAKU	4	1	4	10t. žAGA				40t. LIST.	m ³	6		BUKELJ, USLUGA	
14.9.	SPRAVILNO S TRAKTORJEM					Onovšek jože	m ³	6					1/20t. BUKELJ, MEDSO-SEČNA PONOČ	
2.10.	SEČIJA-REDEČIJE V DEBELJAKU	3,3	3	3	10t. žAGA				40t. LIST.	m ³	12		BUKELJ	
14.10.	ROČNO PREDSPRAVILNO	7,75	4							m ³	12		BUKELJ, SPRAV. RAZO = 35m	
15.10.	SEČIJA-REDEČIJE V DEBELJAKU	2	2	2	10t. žAGA				40t. LIST.	m ³	5,5		BUKELJ,	
15.10.	ROČNO PREDSPRAVILNO IN ZABIRANJE	7	2							m ³	8		BUKELJ, SPRAV. RAZO=10 20t. = 5	
15.10.	SPRAVILNO S TRAKTORJEM	7	2	6	TRAKTOR-KAVČKI 4x4, 50K17 (STROJ)					m ³	22,5		BUKELJ, SPRAV. RAZO=105m (EKOVIRNI ZASTOJ-OKVIRNA HIDRANLIKA)	
18.10.	PREVOZ GOVI DO ZAČ. SKLADIŠČA 1					AVTOPREVOZNIK				m ³	17		BUKELJ, PREVOZNA RAZO=10 km, čas vožnje=1h 40min (POLNA + PRAZNA)	

Zap.št.	Oblika polena (Šifrant)	Mesto sušenja (Šifrant)	Obliko sušenja (Šifrant)		Teža1 kg	Teža 2 kg	meritve											
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	7,17	4,52	76	61	52	62	63	36	30	24	14	15	15	16
2	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	9,37	6,14	75	83	69	81	79	48	40	34	25	18	20	21
3	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	5,2	3,15	88	84	67	86	91	53	44	30	21	16	16	20
4	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	6,51	4,24	75	66	54	45	26	20	18	17	14	15	15	17
5	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	4,35	2,825	88	85	83	96	74	33	44	42	19	23	24	38
6	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	7,99	5,02	92	75	67	72	71	57	63	65	24	35	21	22
7	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	10,225	6,365	75	73	57	73	82	35	42	45	25	50	57	28
8	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	8,885	5,695	85	76	72	83	61	38	33	26	14	18	16	20
9	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	10,8	7,425	84	78	62	70	55	31	57	36	20	24	22	18
10	OKROGLICA	SONCE	POKRITO	OSP	5,84	3,585	89	74	69	40	28	27	21	19	14	15	16	18
11	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	5,64	3,685	63	72	52	36	31	12	15	15	12	14	14	18
12	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	4,35	2,945	72	66	61	43	23	20	20	18	14	16	18	21
13	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	5,48	3,685	78	62	61	40	33	21	17	16	13	15	15	25
14	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	5,855	4,245	80	64	59	59	37	28	20	19	14	15	16	19
15	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	4,835	3,03	73	66	67	54	27	11	17	17	13	12	13	22
16	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	4,32	2,875	76	70	56	58	37	19	17	18	14	16	15	19
17	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	5,015	3,535	76	68	56	30	25	13	18	18	14	15	18	23
18	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	5,555	3,685	78	60	56	39	25	14	17	16	13	12	14	17
19	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	5,205	3,43	86	71	67	58	42	25	28	21	14	15	16	20
20	ČETRTINA	SONCE	POKRITO	ČSP	4,365	3,13	68	60	40	27	23	16	19	17	12	13	14	17
21	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	4,115	3,215	80	40	52	28	17	9	14	16	13	14	13	20
22	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	4,325	3,13	80	49	36	28	20	16	16	16	13	15	15	17
23	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	5,265	3,63	80	60	46	28	25	18	16	16	13	14	15	17
24	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	3,47	2,795	83	75	50	27	17	12	17	19	13	16	16	21
25	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	2,52	1,795	85	63	55	31	23	16	17	18	14	17	27	23
26	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	4,295	3,11	63	40	40	25	26	15	17	17	13	17	16	20
27	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	5,55	4,3	89	63	57	35	34	14	21	20	14	22	31	26
28	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	5,11	3,87	75	44	45	26	23	16	17	17	12	14	16	19
29	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	6,015	4,52	103	75	83	56	30	20	18	18	14	15	16	18
30	SREDICA	SONCE	POKRITO	SSP	4,435	3,535	93	62	55	43	24	15	17	17	12	15	19	23
31	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	4,52	3,675	73	64	56	58	44	36	29	21	15	16	16	18
32	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	6,22	4,035	78	82	71	64	35	33	15	17	13	13	16	20
33	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	6,99	4,535	70	67	50	43	28	24	17	14	12	16	15	18
34	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	4,165	2,845	86	82	69	64	33	30	33	19	18	18	18	22
35	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	4,295	2,92	82	74	57	40	25	13	19	18	14	15	14	22
36	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	5,715	3,645	82	74	62	57	33	21	30	19	14	16	16	19
37	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	4,905	3,575	71	64	49	38	29	22	19	19	14	14	15	17
38	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	7,135	4,59	80	74	66	65	47	30	30	28	18	13	14	18
39	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	5,695	3,74	74	63	49	24	20	11	15	16	12	15	14	18
40	POLOVICA	SONCE	POKRITO	PSP	4,205	2,935	78	61	51	30	29	19	18	17	14	15	15	17
41	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	5,715	3,775	87	84	86	95	81	21	45	42	14	68	56	54
42	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	5,89	3,905	85	77	68	77	73	29	39	48	23	66	34	66

Zap.št.	Oblika polena	Mesto sušenja	Obliko sušenja		Teža1	Teža 2	meritve											
43	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	5,585	3,54	83	65	53	55	64	31	29	33	16	38	79	38
44	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	8,005	5,18	83	74	70	76	78	21	27	56	16	31	36	28
45	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	6,65	4,49	84	81	70	85	89	29	29	21	13	39	17	34
46	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	7,02	4,805	77	74	70	75	66	27	32	45	14	76	50	37
47	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	7,63	5,14	87	77	69	63	60	24	24	83	14	58	96	51
48	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	6,56	4,46	90	84	78	81	74	43	32	31	15	50	65	37
49	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	7,235	4,715	81	74	73	70	77	39	52	72	31	64	91	47
50	OKROGLICA	SONCE	NEPOKRITRO	OSN	7,715	4,99	89	75	66	69	87	80	69	74	46	43	62	110
51	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	5,835	4,12	64	47	39	30	36	19	21	33	12	37	19	22
52	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	7,02	5,04	53	68	41	26	26	16	17	19	14	17	35	25
53	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	6,095	4,46	67	72	56	44	36	19	20	27	16	57	47	39
54	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	5,56	4,19	69	55	33	26	25	16	20	28	14	32	37	39
55	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	6,02	4,535	79	68	53	30	40	20	22	38	15	45	91	57
56	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	3,22	2,335	82	61	43	21	22	14	20	22	15	74	65	70
57	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	5,45	3,875	87	70	56	31	30	20	25	30	17	47	68	36
58	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	7,08	5,55	94	96	69	65	63	28	38	55	24	65	35	76
59	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	4,52	3,165	87	73	59	37	41	19	19	64	14	41	65	88
60	SREDICA	SONCE	NEPOKRITRO	SSN	4,46	3,33	79	63	51	28	35	18	19	66	17	87	65	77
61	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	8,3	5,65	86	70	66	53	39	19	31	68	15	25	21	24
62	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	7,715	5,02	90	85	74	49	57	30	29	32	15	19	39	26
63	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	9,63	6,505	80	67	66	64	70	41	37	60	18	54	52	30
64	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	6,52	4,35	73	64	51	37	42	32	28	55	15	48	58	32
65	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	5,15	3,63	82	77	67	51	43	26	30	44	21	91	63	62
66	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	7,755	5,35	80	62	61	46	55	19	19	28	12	63	23	33
67	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	6,32	4,385	83	74	63	62	54	34	42	25	15	78	42	58
68	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	4,775	2,83	90	70	64	68	72	26	23	60	15	89	88	36
69	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	6,25	4,015	85	63	62	53	60	20	23	49	12	59	55	44
70	POLOVICA	SONCE	NEPOKRITRO	PSN	8,115	5,595	73	73	64	71	56	24	42	32	17	45	59	30
71	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	5,37	3,665	75	60	57	47	41	31	23	36	16	29	24	26
72	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	5,11	3,375	93	75	68	71	52	36	36	24	16	83	44	40
73	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	4,015	2,785	81	64	53	28	30	16	21	48	13	15	16	21
74	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	5,725	3,74	84	71	60	66	70	36	27	72	17	39	77	50
75	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	5,09	3,505	71	66	53	49	31	20	24	22	16	19	18	35
76	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	5,97	4,055	88	66	63	57	46	25	37	39	13	19	27	19
77	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	4,53	3,21	80	70	55	42	23	18	19	35	14	27	63	35
78	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	3,595	2,475	70	62	53	36	44	18	21	32	14	36	27	35
79	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	4,62	3,03	79	70	69	45	34	18	27	42	13	60	32	24
80	ČETRINA	SONCE	NEPOKRITRO	ČSN	6,39	4,11	93	77	74	53	63	34	39	68	13	58	28	28
81	ČETRINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	6,79	4,88	76	76		75	50	30	42	54	32	41	43	29
82	ČETRINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	4	2,69	84	77		76	43	28	59	57	19	23	25	23
83	ČETRINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	3,735	2,54	78	75		76	47	28	36	36	19	52	33	46
84	ČETRINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	4,535	3,18	82	76		67	43	25	31	32	20	80	89	29
85	ČETRINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	5,385	4,01	79	74		65	60	33	52	51	51	55	51	54

Zap.št.	Oblika polena	Mesto sušenja	Obliko sušenja		Teža1	Teža 2	meritve											
86	ČETRTINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	5,695	4,035	81	90		67	53	39	39	48	27	63	41	26
87	ČETRTINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	4,345	3,11	84	80		74	46	29	45	55	23	52	53	45
88	ČETRTINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	5,015	3,59	83	87		73	62	36	49	66	33	57	46	59
89	ČETRTINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	5,43	3,78	79	73		75	61	34	46	54	39	57	63	40
90	ČETRTINA	SENCA	NEPOKRITRO	ČSEN	7,265	5,525	74	76		70	49	37	42	40	23	43	39	32
91	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	3,31	2,675	71	63		33	30	22	27	20	79	41	41	50
92	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	6,19	5,1	72	58		34	28	22	26	33	19	40	65	26
93	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	5,955	4,54	84	79		49	40	22	30	46	23	46	67	73
94	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	6,405	4,815	88	90		76	79	34	28	72	30	33	34	51
95	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	6,395	4,825	79	56		36	30	21	33	30	26	28	52	41
96	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	5,645	4,355	56	54		34	31	19	36	35	42	19	63	57
97	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	4,61	3,71	72	75		43	47	33	33	47	24	44	46	68
98	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	3,2	2,635	73	48		27	25	16	31	53	20	55	86	55
99	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	5,075	3,995	80	81		48	54	29	37	91	26	43	60	50
100	SREDICA	SENCA	NEPOKRITRO	SSEN	8,405	5,635	68	68		51	40	26	39	40	20	42	45	32
101	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	5,65	3,855	98	95		67	52	34	32	61	30	38	54	39
102	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	6,86	5,005	70	64		62	52	30	38	60	34	67	53	76
103	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	7,79	5,74	71	70		73	52	34	48	68	27	26	44	56
104	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	7,325	5,61	72	82		78	71	36	42	71	45	74	55	61
105	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	5,3	3,46	82	86		80	72	35	50	57	21	38	47	33
106	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	4,235	3,04	80	76		68	54	33	48	44	29	49	49	34
107	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	5,55	3,93	78	79		77	76	35	37	69	30	80	110	105
108	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	7,69	5,485	86	80		82	79	52	51	77	36	78	75	104
109	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	5,935	4,025	82	72		54	48	31	38	41	26	26	43	32
110	POLOVICA	SENCA	NEPOKRITRO	PSEN	9,03	6,465	91	94		81	68	43	59	69	31	52	75	58
111	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	7,805	5,715	70	96		92	87	77	64	66	35	62	76	38
112	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	6,545	4,66	90	92		96	100	93	95	105	87	82	92	86
113	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	10,77	7,485	98	92		90	94	58	47	70	79	37	50	62
114	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	8,705	6,44	103	95		103	104	47	100	111	68	79	80	104
115	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	8,675	6,02	96	89		83	95	53	44	82	47	33	67	58
116	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	9,06	6,065	81	78		88	85	82	67	68	70	92	55	73
117	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	7,415	4,99	98	96		93	94	79	72	98	34	59	86	121
118	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	5,78	4,175	85	80		81	85	45	42	79	66	74	71	69
119	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	6,71	4,685	84	70		78	88	49	45	71	60	66	70	54
120	OKROGLICA	SENCA	NEPOKRITRO	OSEN	5,155	3,865	90	86		89	86	53	49	70	31	32	75	48
121	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	5,225	3,405	87	75		67	37	23	22	19	18	18	18	20
122	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	6,085	4,155	81	78		79	44	33	24	23	22	18	18	21
123	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	4,39	2,855	84	72		58	26	21	20	18	18	16	17	19
124	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	2,62	1,715	71	65		55	27	19	18	17	17	16	17	19
125	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	5,415	3,5	84	82		71	35	15	21	20	17	17	17	19
126	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	5,125	3,49	81	73		72	40	21	26	25	27	22	30	25
127	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	3,085	2,145	70	50		44	25	17	19	20	17	20	18	20
128	ČETRTINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	4,205	2,865	88	82		66	43	27	31	26	18	19	19	21

Zap.št.	Oblika polena	Mesto sušenja	Obliko sušenja		Teža1	Teža 2	meritve											
129	ČETRINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	5,605	3,86	84	77		58	39	27	28	20	19	18	59	27
130	ČETRINA	SENCA	POKRITO	ČSEN	5,47	3,63	81	72		65	37	25	24	24	18	18	19	23
131	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	6,225	4,09	87	73		75	48	24	26	20	18	22	26	22
132	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	6,02	3,95	74	65		59	33	27	29	26	19	17	19	20
133	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	4,58	2,92	70	60		48	21	15	17	18	16	17	17	18
134	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	5,71	3,85	83	76		68	40	27	32	22	19	18	20	21
135	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	6,34	4,1	88	80		73	45	24	30	25	19	28	20	21
136	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	3,615	2,48	80	75		57	39	19	20	21	17	17	18	20
137	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	5,69	3,685	79	72		70	49	29	27	22	20	18	19	21
138	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	4,64	3,25	90	85		70	46	31	38	25	22	20	24	26
139	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	5,21	3,585	81	82		70	47	26	24	26	19	18	18	21
140	POLOVICA	SENCA	POKRITO	PSEP	5,075	3,425	85	79		68	47	26	24	19	17	18	22	25
141	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	2,81	2,27	72	69		33	19	15	21	36	17	72	25	24
142	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	4,445	3,475	82	78		40	23	18	21	23	17	25	32	31
143	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	4,995	3,54	84	84		33	29	16	18	18	17	17	18	21
144	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	4,185	3,325	92	97		64	54	25	23	23	19	19	19	21
145	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	6,07	4,505	66	61		34	26	17	19	19	16	17	18	20
146	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	5,915	4,045	89	58		33	24	20	18	21	17	18	20	21
147	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	6,565	4,57	62	39		30	25	17	18	16	16	19	20	25
148	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	3,925	3	97	63		32	22	15	18	17	17	18	19	20
149	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	6,105	4,245	104	89		48	41	20	25	33	19	21	63	29
150	SREDICA	SENCA	POKRITO	SSEP	7,285	5,125	72	61		32	24	17	19	17	16	17	18	19
151	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	8,73	5,735	101	86		97	94	31	35	31	26	22	78	30
152	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	7,025	4,675	104	83		94	72	36	57	46	26	20	22	23
153	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	10,455	7,27	88	80		78	88	80	41	50	47	29	37	30
154	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	8,36	5,305	97	79		74	40	31	30	26	19	18	19	20
155	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	10	6,97	88	83		88	95	78	92	53	40	40	49	30
156	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	9,995	6,65	89	72		78	88	62	59	46	43	30	29	27
157	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	10,83	6,945	100	85		95	94	72	68	46	67	28	39	39
158	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	8,215	5,495	83	72		77	74	25	27	20	19	19	19	21
159	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	7,235	4,79	79	70		77	73	38	44	40	40	27	20	23
160	OKROGLICA	SENCA	POKRITO	OSEP	3,54	2,365	90	76		86	85	33	49	42	34	25	26	26

Meritev	Datum	Temperatura	Vlaga	Opis vremenskih razmer
		°C	%	
1	30.10.2002	16	?	Sončno in rahlo vetrovno. Pihal je severovzhodnik.
2	20.10.2002	8	79	Oblačno z daljšimi sončnimi obdobji, rahlo vetrovno(ponoči je deževalo), 8C.Polna luna je nastopila ob 2.34.
3	22.12.2002	3(sonce), 2(senca)	76(sonce), 82(senca)	Oblačno, v senčni legi meritve nismo opravili, ker so bile cepanice še zmrznjene, na nepokritih pa je še vedno ležal sneg.
ni meritve	18.1.2003	4	78	Jasno in sončno, meritve ni bilo možno opraviti, ker so bile cepanice še zmrznjene in pokrite s snegom. Polna luna je nastopila ob 11.48.
ni meritve	17.2.2003	-4	74	Pretežno oblačno, s krajšimi sončnimi obdobji, pihal je močan severovzhodnik, na cepanicah je okrog 25 cm snega. Polna luna je nastopila ob 00.58.
4	18.3.2003	11(sonce), 8(senca)	43(sonce), 45(senca)	Jasno in sončno ter zelo suho vreme, pihal je zmeren severovzhodnik. Polna luna je nastopila ob 11.34.
5	16.4.2003	14(sonce)15(senca)	53(sonce)36(senca)	Jasno in sončno. Pihal je zmeren severovzhodnik. Polna luna je nastopila ob 21.36.
6	16.5.2003	15(sonce)13(senca)	36(sonce)52(senca)	Pretežno jasno in sončno. Pihal je šibak severovzhodnik. Polna luna je nastopila ob 5.36.
7	16.6.2003	26	72	Pretežno jasno do zmerno oblačno.
8	16.7.2003	21(sonce)21(senca)	69(sonce)75(senca)	Jasno in sončno s posameznimi oblaki, pihal je šibak do zmeren jugozahodnik.
9	12.8.2003	31(sonce)27(senca)	31(sonce)59(senca)	Jasno in sončno s posameznimi oblaki, pihal je šibak severovzhodnik.
10	12.9.2003	16(sonce)14(senca)	47(sonce)75(senca)	Dopoldne zmerno do pretežno oblačno, popoldne pretežno jasno do zmerno oblačno, pihal je šibak severovzhodnik.
11	10.10.2003	17(sonce)13(senca)	69(sonce)80(senca)	Pretežno jasno. Pihal je šibak do zmeren jugozahodnik
12	6.11.2003	7	78	Dopoldne je bilo jasno popoldne se je pooblačilo. Pihal je šibak do zmeren severovzhodnik.
	7.11.2003	4	82	Oblačno, večji del dneva je rahlo rosilo.Popoldne je pihal zmeren do močan severovzhodnik
	8.11.2003	5	80	Oblačno, ponoči je rahlo rosilo. Popoldne je pihal zmeren do močan severovzhodnik
garaža		15	80	

Mesec	Datum	Dan	Meritev	Polna luna	Vremenske razmere	Padavine	Vetrovnost	Temperatura	Zračna vlaga	Opombe
oktober	30.10.2002	sreda	1. meritev		jasno in sončno			16		
oktober	31.10.2002	četrtek	1. meritev		jasno in sončno			16		
november	1.11.2002	petek			jasno in sončno			15		
november	2.11.2002	sobota			oblačno		šibek severovzhodnik	8		
november	3.11.2002	nedelja			oblačno			11		
november	4.11.2002	ponedeljek			nizka oblačnost z meglo	dež		12		
november	5.11.2002	torek			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji	občasno je rahlo rosilo		10		
november	6.11.2002	sreda			oblačno		šibek severovzhodnik	5		zjutraj je bilo pomrzjeno
november	7.11.2002	četrtek			pretežno jasno in suho	posamezne snežinke	šibek severovzhodnik	4		zjutraj je bilo pomrzjeno
november	8.11.2002	petek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	6		
november	9.11.2002	sobota			oblačno		zmeren do močan severovzhodnik	5		
november	10.11.2002	nedelja			jasno in sončno			8		zjutraj je bilo pomrzjeno
november	11.11.2002	ponedeljek			oblačno	občasno je rahlo rosilo	zmeren severovzhodnik	11		
november	12.11.2002	torek			jasno in sončno			14		
november	13.11.2002	sreda			nizka oblačnost	občasno je rahlo rosilo	zmeren severovzhodnik	13		
november	14.11.2002	četrtek			oblačno		šibek severovzhodnik	12		
november	15.11.2002	petek			oblačno		močan jugozahodnik	15		
november	16.11.2002	sobota			pretežno jasno		šibek jugovzhodnik	18		
november	17.11.2002	nedelja			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji	občasno je rahlo rosilo		11		
november	18.11.2002	ponedeljek			oblačno	občasno je rahlo rosilo		12		
november	19.11.2002	torek			oblačno	občasno je rahlo rosilo	šibek severovzhodnik	14		proti večeru se je zjasnilo
november	20.11.2002	sreda	2. meritev	ob 2.34	oblačno z daljšimi sončnimi obdobji		šibek severovzhodnik	8		ponoči je deževalo
november	21.11.2002	četrtek			oblačno z daljšimi sončnimi obdobji		šibek severovzhodnik	13	98	proti večeru je pričelo deževati
november	22.11.2002	petek			oblačno	krajše plohe	šibek jugovzhodnik	12	98	
november	23.11.2002	sobota			pretežno jasno in sončno		šibek jugovzhodnik	11	64	
november	24.11.2002	nedelja			pretežno oblačno z daljšimi sončnimi obdobji		šibek jugovzhodnik	12	61	
november	25.11.2002	ponedeljek			oblačno		šibek jugovzhodnik	13	72	
november	26.11.2002	torek			oblačno			12	78	
november	27.11.2002	sreda			pretežno oblačno			11	63	
november	28.11.2002	četrtek			pretežno oblačno z daljšimi sončnimi obdobji			13	60	
november	29.11.2002	petek			oblačno	občasno je rahlo rosilo		11	90	
november	30.11.2002	sobota			nizka oblačnost z meglo			7	86	
december	1.12.2002	nedelja			oblačno	občasno je rahlo rosilo		7	90	proti večeru se je pojavila megla
december	2.12.2002	ponedeljek			oblačno		šibek severovzhodnik	5	86	
december	3.12.2002	torek			pretežno oblačno			3	75	ponoči je rahlo snežilo
december	4.12.2002	sreda			oblačno	občasno je rahlo rosilo	šibek severovzhodnik	5	80	
december	5.12.2002	četrtek			oblačno	dež	močan severovzhodnik	6	84	
december	6.12.2002	petek			oblačno	dež	šibek severovzhodnik	5	91	
december	7.12.2002	sobota			oblačno	občasno je rahlo rosilo	zmeren severovzhodnik	4	73	
december	8.12.2002	nedelja			oblačno	rahlo naletavanje snega	močan severovzhodnik	-1	71	
december	9.12.2002	ponedeljek			oblačno	rahlo je snežilo	šibek severovzhodnik	-4	79	zapadlo je 3cm snega
december	10.12.2002	torek			oblačno		šibek severovzhodnik	-6	57	
december	11.12.2002	sreda			nizka oblačnost			-6	64	
december	12.12.2002	četrtek			nizka oblačnost	rahlo je snežilo		-6	40	ponoči je zapadlo 2 cm snega
december	13.12.2002	petek			nizka oblačnost	občasno je padal leden dež		-2	72	žled, poledica
december	14.12.2002	sobota			nizka oblačnost			-1	85	
december	15.12.2002	nedelja			nizka oblačnost	rahlo je snežilo		0	68	zapadlo je 2 cm snega
december	16.12.2002	ponedeljek			nizka oblačnost z meglo	občasno je rahlo rosilo		-1	73	
december	17.12.2002	torek			pretežno oblačno			2	47	
december	18.12.2002	sreda			oblačno in megleno s krajšimi sončnimi obdobji	rahlo je naletaval sneg		3	75	
december	19.12.2002	četrtek			oblačno in megleno s krajšimi sončnimi obdobji			-1	75	
december	20.12.2002	petek			oblačno			-2	67	popoldne se je zjasnilo
december	21.12.2002	sobota			pretežno oblačno		šibek severovzhodnik	2	65	
december	22.12.2002	nedelja	3. meritev	ob	oblačno		šibek jugovzhodnik	3	76	
december	23.12.2002	ponedeljek			oblačno			9	60	popoldne se je zjasnilo
december	24.12.2002	torek			nizka oblačnost z meglo	občasno je rahlo rosilo		1	85	
december	25.12.2002	sreda			oblačno in megleno	občasno je rahlo rosilo		-3	73	
december	26.12.2002	četrtek			oblačno in megleno			-3	77	
december	27.12.2002	petek			oblačno	občasno je rahlo rosilo	šibek jugozahodnik	4	90	
december	28.12.2002	sobota			oblačno	občasno je rahlo rosilo		8	93	zvečer je pričelo deževati
december	29.12.2002	nedelja			oblačno			8	80	
december	30.12.2002	ponedeljek			pretežno oblačno			8	81	
december	31.12.2002	torek			oblačno	dež		7	93	
januar	1.1.2003	sreda			oblačno			0	48	
januar	2.1.2003	četrtek			oblačno		šibek severovzhodnik	4	95	
januar	3.1.2003	petek			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji			8	70	popoldne se je zjasnilo
januar	4.1.2003	sobota			pretežno jasno in sončno			9	70	
januar	5.1.2003	nedelja			nizka oblačnost	dopolodne je snežilo		-1	94	zapadlo je 5 cm snega
januar	6.1.2003	ponedeljek			oblačno			-4	80	zvečer je pričelo rahlo snežiti
januar	7.1.2003	torek			oblačno	ves dan je snežilo	močan severovzhodnik	-6	82	zapadlo 25 cm snega(zameti)
januar	8.1.2003	sreda			pretežno oblačno			-6	81	
januar	9.1.2003	četrtek			oblačno	ves dan je snežilo		-9	84	zapadlo je 15 cm snega
januar	10.1.2003	petek			oblačno	rahlo je naletaval sneg		-7	75	proti večeru se je zjasnilo
januar	11.1.2003	sobota			pretežno jasno		zmeren severovzhodnik	-5	75	
januar	12.1.2003	nedelja			jasno in sončno			-8	55	
januar	13.1.2003	ponedeljek			jasno in sončno			-5	75	popoldne se je pooblačilo
januar	14.1.2003	torek			jasno in sončno			2	98	
januar	15.1.2003	sreda			jasno in sončno			3	71	
januar	16.1.2003	četrtek			jasno in sončno			2	84	
januar	17.1.2003	petek			oblačno			3	71	proti večeru se je zjasnilo
januar	18.1.2003	sobota	ni bilo meritve	ob 11.48	jasno in sončno			4	78	

Mesec	Datum	Dan	Meritev	Polna luna	Vremenske razmere	Padavine	Vetrovnost	Temperatura	Zračna vlaga	Opombe
januar	19.1.2003	nedelja			jasno in sončno			4	75	
januar	20.1.2003	ponedeljek			pretežno jasno in sončno			3	72	
januar	21.1.2003	torek			oblačno	dež	šibak severovzhodnik	4	98	
januar	22.1.2003	sreda			pretežno jasno			3	98	
januar	23.1.2003	četrtek			jasno in sončno			4	85	
januar	24.1.2003	petek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	4	80	
januar	25.1.2003	sobota			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	4	65	
januar	26.1.2003	nedelja			jasno in sončno		močan severovzhodnik	5	62	
januar	27.1.2003	ponedeljek			pretežno oblačno	rahlo je naletaval sneg	šibak severovzhodnik	1	85	
januar	28.1.2003	torek			oblačno			7	82	popoldne se je zjasnilo
januar	29.1.2003	sreda			oblačno			2	85	
januar	30.1.2003	četrtek			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji			3	77	
januar	31.1.2003	petek			pretežno oblačno z daljšimi sončnimi obdobji		zmeren severovzhodnik	2	62	ponoči je zapadlo 2 cm snega
februar	1.2.2003	sobota			pretežno jasno in sončno		zmeren severovzhodnik	0	50	
februar	2.2.2003	nedelja			jasno in sončno			-4	71	
februar	3.2.2003	ponedeljek			pretežno oblačno z deljimi sončnimi obdobji		zmeren severovzhodnik	-4	71	
februar	4.2.2003	torek			oblačno	ves dan je snežilo	zmeren severovzhodnik	1	15	zapadlo je 15 cm južnega snega
februar	5.2.2003	sreda			jasno in sončno			2	77	
februar	6.2.2003	četrtek			pretežno jasno in sončno			2	50	
februar	7.2.2003	petek			jasno in sončno			2	75	
februar	8.2.2003	sobota			oblačno	rahlo je snežilo		-1	75	zapadlo je 3cm snega
februar	9.2.2003	nedelja			oblačno			3	59	
februar	10.2.2003	ponedeljek			oblačno			-2	80	
februar	11.2.2003	torek			oblačno	rahlo je naletaval sneg	šibak severovzhodnik	-2	82	
februar	12.2.2003	sreda			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji	rahlo je snežilo	zmeren severovzhodnik	-4	73	zapadlo je 3cm snega
februar	13.2.2003	četrtek			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji	rahlo je naletaval sneg		-4	70	
februar	14.2.2003	petek			jasno in sončno		šibak severovzhodnik	-2	51	
februar	15.2.2003	sobota			jasno in sončno			-2	74	
februar	16.2.2003	nedelja			oblačno	ves dan je snežilo	zmeren severovzhodnik	-4	88	zapadlo je 15 cm snega
februar	17.2.2003	ponedeljek	ni bilo meritve	ob 00.51	pretežno oblačno		močan severovzhodnik	-3	74	
februar	18.2.2003	torek			jasno in sončno		zmeren severovzhodnik	0	50	
februar	19.2.2003	sreda			jasno in sončno			0	58	
februar	20.2.2003	četrtek			jasno in sončno			0	79	
februar	21.2.2003	petek			pretežno oblačno			2	79	
februar	22.2.2003	sobota			oblačno		šibak severovzhodnik	-1	84	
februar	23.2.2003	nedelja			jasno in sončno			3	82	
februar	24.2.2003	ponedeljek			jasno in sončno			5	45	
februar	25.2.2003	torek			jasno in sončno			6	44	
februar	26.2.2003	sreda			jasno in sončno		šibak jugovzhodnik	7	45	
februar	27.2.2003	četrtek			jasno in sončno		šibak jugovzhodnik	7	50	
februar	28.2.2003	petek			jasno in sončno			9	48	
marec	1.3.2003	sobota			jasno in sončno			10	45	
marec	2.3.2003	nedelja			oblačno			8	86	
marec	3.3.2003	ponedeljek			pretežno oblačno		šibek jugovzhodnik	8	79	
marec	4.3.2003	torek			pretežno oblačno			9	55	
marec	5.3.2003	sreda			jasno in sončno			10	49	
marec	6.3.2003	četrtek			oblačno		šibek severovzhodnik	2	85	
marec	7.3.2003	petek			nizka oblačnost	rahlo naletavanje snega		2	68	
marec	8.3.2003	sobota			pretežno jasno in sončno			10	50	
marec	9.3.2003	nedelja			pretežno oblačno			11	45	
marec	10.3.2003	ponedeljek			pretežno jasno in sončno			14	36	
marec	11.3.2003	torek			pretežno oblačno		zmeren jugovzhodnik	14	38	
marec	12.3.2003	sreda			pretežno oblačno			9	65	
marec	13.3.2003	četrtek			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji	manjše kratke plohe		4	69	
marec	14.3.2003	petek			pretežno oblačno		šibek severovzhodnik	3	40	
marec	15.3.2003	sobota			pretežno oblačno, popoldne se je zjasnilo	rahlo naletavanje snega	zmeren do močan severovzhodnik	3	42	
marec	16.3.2003	nedelja			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji		močan severovzhodnik	3	42	
marec	17.3.2003	ponedeljek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	9	32	
marec	18.3.2003	torek	3. meritev	ob 11.34	jasno in sončno		zmeren severovzhodnik	11	43	meritev
marec	19.3.2003	sreda			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	12	39	
marec	20.3.2003	četrtek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	15	35	
marec	21.3.2003	petek			pretežno oblačno		šibek severovzhodnik	6	48	
marec	22.3.2003	sobota			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	5	38	
marec	23.3.2003	nedelja			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	9	33	
marec	24.3.2003	ponedeljek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	17	31	
marec	25.3.2003	torek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	17	27	
marec	26.3.2003	sreda			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	17	26	
marec	27.3.2003	četrtek			jasno in sončno		šibek jugovzhodnik	17	28	
marec	28.3.2003	petek			jasno in sončno		šibek jugovzhodnik	16	36	
marec	29.3.2003	sobota			pretežno jasno		šibek do zmeren jugovzhodnik	15	50	
marec	30.3.2003	nedelja			pretežno oblačno		šibek severovzhodnik	17	47	
marec	31.3.2003	ponedeljek			pretežno oblačno			15	51	popoldne manjša ploha
april	1.4.2003	torek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	11	48	
april	2.4.2003	sreda			oblačno		zmeren severovzhodnik	7	67	popoldne je pričelo rahlo deževati
april	3.4.2003	četrtek			oblačno	rahlo naletavanje snega		2	98	oči je zapadlo 2 cm snega, ves dan je rahlo deževalo
april	4.4.2003	petek			veči del dneva je bilo oblačno, popoldne se je zjasnilo		zmeren severovzhodnik (v sunkih)	7	65	
april	5.4.2003	sobota			pretežno jasno in sončno			12	42	zjutraj je bilo pomrzjeno
april	6.4.2003	nedelja			oblačno	dopolodne je snežilo	zmeren severovzhodnik (v sunkih)	1	67	zapadlo 4cm snega
april	7.4.2003	ponedeljek			pretežno oblačno	popoldne rahlo naletavanje snega	zmeren do močan severovzhodnik v sunkih	1	40	zjutraj je bilo pomrzjeno
april	8.4.2003	torek			jasno in sončno		šibek severovzhodnik	7	28	zjutraj je bilo pomrzjeno
april	9.4.2003	sreda			pretežno oblačno s krajšimi sončnimi obdobji		zmeren jugovzhodnik (v sunkih)	5	41	zjutraj je bilo pomrzjeno

Mesec	Datum	Dan	Meritev	Polna luna	Vremenske razmere	Padavine	Vetrovnost	Temperatura	Zračna vlaga	Opombe
september	19.9.2003	petek			jasno in sončno		šibak jugozahodnik	23	70	
september	20.9.2003	sobota			jasno in sončno		šibak jugozahodnik	24	71	
september	21.9.2003	nedelja			jasno in sončno		šibak jugozahodnik	24	63	
september	22.9.2003	ponedeljek			jasno in sončno		šibak do zmeren jugozahodnik	24	53	
september	23.9.2003	torek			večji del dneva je bilo jasno in sončno, proti večeru se je pooblačilo		zmeren do močan jugozahodnik	22	62	
september	24.9.2003	sreda			oblačno	dopolodne je deževalo		12	85	
september	25.9.2003	četrtek			pretežno oblačno		zmeren do močan severovzhodnik	13	59	
september	26.9.2003	petek			jasno in sončno		šibak jugozahodnik	16	64	
september	27.9.2003	sobota			jasno in sončno		šibak jugozahodnik	18	69	
september	28.9.2003	nedelja			dopolodne jasno in sončno, popoldne se je pooblačilo		zmeren do močan jugozahodnik	17	73	
september	29.9.2003	ponedeljek			oblačno	rahlo do zmerno deževalo		12	91	
september	30.9.2003	torek			dopolodne pretežno do zmerno oblačno, popoldne se je zjasnilo		šibak jugovzhodnik	16	81	
oktober	1.10.2003	sreda			zmerno do pretežno oblačno		šibak do zmeren jugo	16	82	
oktober	2.10.2003	četrtek			zmerno do pretežno oblačno		šibak do zmeren jugozahodnik	18	82	
oktober	3.10.2003	petek			oblačno	proti večeru je pričelo rahlo rositi		17	92	
oktober	4.10.2003	sobota			oblačno	večji del dneva je občasno močno do zmerno	šibak severovzhodnik	14	96	
oktober	5.10.2003	nedelja			oblačno	večji del dneva je občasno močno do zmerno	šibak do zmeren jugozahodnik	13	91	
oktober	6.10.2003	ponedeljek			dopolodne pretežno jasno popoldne se je pooblačilo		šibak do zmeren jugozahodnik	13	82	
oktober	7.10.2003	torek			oblačno	popoldne je občasno rahlo deževalo	šibak jugozahodnik	11	88	
oktober	8.10.2003	sreda			dopolodne pretežno oblačno, popoldne se je zjasnilo	ponoči je občasno rahlo deževalo	šibak do zmeren severovzhodnik v sunkih	11	74	
oktober	9.10.2003	četrtek			pretežno jasno		šibak do zmeren severovzhodnik	15	59	
oktober	10.10.2003	petek	11. meritev	ob 09.27	pretežno jasno		šibak do zmeren jugozahodnik	16	71	meritev
oktober	11.10.2003	sobota			pretežno jasno		šibak do zmeren jugozahodnik	17	74	
oktober	12.10.2003	nedelja			zmerno do pretežno oblačno		šibak jugozahodnik	14	91	
oktober	13.10.2003	ponedeljek			zmerno do pretežno oblačno	ponoči je rahlo deževalo	šibak severovzhodnik	11	80	
oktober	14.10.2003	torek			pretežno oblačno		šibak do zmeren severovzhodnik	10	64	
oktober	15.10.2003	sreda			pretežno jasno		zmeren do močan severovzhodnik	8	55	
oktober	16.10.2003	četrtek			pretežno jasno		zmeren do močan severovzhodnik	7	64	
oktober	17.10.2003	petek			jasno in sončno		zmeren severovzhodnik	7	52	
oktober	18.10.2003	sobota			pretežno jasno		zmeren severovzhodnik	9	61	
oktober	19.10.2003	nedelja			pretežno jasno, proti večeru se je pooblačilo		zmeren jugozahodnik (v sunkih)	9	71	
oktober	20.10.2003	ponedeljek			oblačno	dopolodne je pričelo zmerno deževati	šibak jugozahodnik	11	98	
oktober	21.10.2003	torek			oblačno	dopolodne je zmerno deževalo	zmeren do močan jugozahodnik v sunkih	11	98	
oktober	22.10.2003	sreda			oblačno	ponoči je občasno rahlo deževalo	zmeren do močan severovzhodnik v sunkih	4	95	
oktober	23.10.2003	četrtek			oblačno	je pričelo rahlo deževati in občasno je naletalo	šibak do zmeren severovzhodnik	2	90	
oktober	24.10.2003	petek			oblačno	ilo 10 cm južnega snega, popoldne je še rahlo	šibak do zmeren jugozahodnik	0	98	zapadlo 10 cm snega
oktober	25.10.2003	sobota			oblačno			-1	98	
oktober	26.10.2003	nedelja			jasno in sončno		šibak jugozahodnik	4	91	
oktober	27.10.2003	ponedeljek			pretežno jasno in sončno		šibak do zmeren severovzhodnik	5	65	
oktober	28.10.2003	torek			pretežno jasno in sončno		šibak severovzhodnik	5	77	
oktober	29.10.2003	sreda			oblačno	popoldne je začelo rahlo deževati	šibak jugozahodnik	4	90	
oktober	30.10.2003	četrtek			oblačno	večji del dneva je rahlo do zmerno deževalo		5	96	
oktober	31.10.2003	petek			oblačno	večji del dneva je rahlo do zmerno deževalo	zmeren do močan jugozahodnik	8	98	
november	1.11.2003	sobota			oblačno	večji del dneva je občasno močno do zmerno	zmeren jugozahodnik (v sunkih)	13	93	
november	2.11.2003	nedelja			oblačno	večji del dneva je občasno močno do zmerno	šibak do zmeren jugozahodnik	9	96	
november	3.11.2003	ponedeljek			pretežno jasno do zmerno oblačno		šibak do zmeren severovzhodnik	12	86	
november	4.11.2003	torek			pretežno jasno do zmerno oblačno		šibak severovzhodnik	12	76	
november	5.11.2003	sreda			pretežno jasno		šibak do zmeren severovzhodnik	10	76	
november	6.11.2003	četrtek	12. meritev		dopolodne je bilo jasno, popoldne se je pooblačilo		šibak do zmeren severovzhodnik	7	78	
november	7.11.2003	petek	12. meritev		oblačno	večji del dneva je občasno rahlo rosilo	popoldne je pihal zmeren do močan severovzhodnik	4	82	
november	8.11.2003	sobota	12. meritev		oblačno	ponoči je rahlo rosilo	dopolodne je pihal zmeren do močan severovzhodnik	5	80	
november	9.11.2003	nedelja		ob 02.13	nizka oblačnost		šibak severovzhodnik	6	85	