

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matjaž BUH

PENETRACIJA VODNIH LUŽIL V BUKOV LES

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**PENETRATION OF WATERBORNE STAINS INTO
BEECH WOOD**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za površinsko obdelavo lesa Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja imenoval prof. dr. Marka Petriča, za recenzenta pa doc. dr. Miha Humarja.

Mentor: prof. dr. Marko Petrič
Recenzent: doc. dr. Miha Humar

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Matjaž Buh

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 630*829.1
KG	bukov les/vodna lužila/penetracija/dimenzijske spremembe
AV	BUH, Matjaž
SA	PETRIČ, Marko (mentor)/HUMAR, Miha (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2008
IN	PENETRACIJA VODNIH LUŽIL V BUKOV LES
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 73 str., 12 pregl., 20 sl., 12 prilog, 14 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin (HOS) iz naprav, ki uporabljajo organska topila, zahteva zmanjšanje emisij HOS v različnih industrijskih dejavnostih. V lesnopredelovalni in pohištveni industriji je omenjena uredba povzročila največ težav na področju površinske obdelave. Zato proizvajalci pohištva prehajajo na uporabo premaznih sredstev z nizko vsebnostjo HOS. V podjetju KLI Logatec, d.d., kjer se ukvarjajo predvsem z izdelavo stolov in miz, se je pri uvajanju vodnih premazov pojavil problem prevelikih dimenzijskih sprememb elementov, luženih z vodnimi pripravki. Da bi poiskali vodno lužilo, ki pri postopku potapljanja elementov ne bi povzročalo prevelikih dimenzijskih sprememb, smo preskusili več različnih pripravkov, modificiranih lužil, ki jih trenutno uporabljajo v proizvodnji, in ki povzročajo težave. Določali smo dimenzijske spremembe elementov iz bukovega lesa, luženih z modificiranimi pripravki, globino penetracije posameznih pripravkov ter vpliv vlažnosti lesa nanjo. Merili smo še površinsko napetost, gostoto, delež suhe snovi, navzem pripravkov ter barvo lesa, luženega z novimi pripravki. Na osnovi vseh meritev in rezultatov smo se odločili, da je za uporabo najprimernejše lužilo, pripravljeno na osnovi prvega izvornega lužila s 5 % dodatkom veziva. Tako modificirano lužilo je v bukov les prodiralo bistveno manj od originalnega. Dimenzijske spremembe elementov, luženih s tem pripravkom, so bile, v primerjavi s spremembami dimenzij, ki so posledica luženja z vodnimi lužili v redni proizvodnji, najmanjše.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 630*829.1
CX beech wood/waterborne stains/penetration/dimensional changes
AU BUH, Matjaž
AA PETRIČ, Marko (supervisor)/HUMAR, Miha (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2008
TI PENETRATION OF WATERBORNE STAINS INTO THE BEECH WOOD
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 73 p., 12 tab., 20 fig., 12 ann., 14 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The decree on emissions of volatile organic compounds (VOC) from installations using organic solvents, demands reduction of VOC emissions in various industrial branches. In wood processing and furniture industry, the majority of problems caused by this decree emerge in wood surface finishing plants. Therefore, furniture producers are introducing wood coatings with low VOC content. In KLI Logatec Company, producing predominantly chairs and tables, the problem of too large dimensional changes of beech wood elements, stained with waterborne stain, was identified. To find a waterborne stain, that after staining by dipping should not induce too large dimensional changes, several different modified stains, currently used in regular production, were tested. Dimensional changes of beech wood elements after staining with modified stains were determined, penetration depth measured, and influence of wood humidity on penetration of stains assessed. Surface tension, density and dry matter content of the stains, as well as colour of wood, stained with new formulations, were also measured. On the basis of our results, we assume that the most appropriate stain for further investigations is the stain, obtained by adding 5 % of a special additive into the first original stain. Penetration depth of the modified stain is substantially lower than the penetration of the original one. Consequently, dimensional changes of beech wood due to staining with this modified formulation are lower, compared to those obtained by staining in the regular production.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	
VIII	
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	X
1 UVOD	1
1.1 UVODNA OBRAZLOŽITEV	1
1.2 OPREDELITEV PROBLEMA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 UREDBA O EMISIJI Hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporablja organska topila	2
2.1.1 Splošne določbe	2
2.1.2 Izpolnjevanje zahtev glede mejnih emisij	4
2.1.3 Načrt zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin	6
2.1.4 Vrednotenje parametrov emisije	7
2.1.5 Meritve emisij hlapnih organskih spojin	8
2.2 VODNA PREMAZNA SREDSTVA	9
2.2.1 UV utrjujoči vodni premazi	10
2.2.2 Vodni disperzijski laki	11
2.2.2.1 Značilnosti vodnih lakov	11
2.2.3 Vodna lužila	12
2.2.3.1 Vodna lužila s poliakrilatnim (akrilnim) vezivom	13
2.2.3.2 Dvigovanje lesnih vlaken pri luženju z vodnimi lužili	15
2.2.3.3 Načini nanosa vodnih lužil	16
2.2.3.3.1 Valjni stroj za nanos lužila	16
2.2.3.3.2 Potapljanje	16
2.2.3.3.3 Oblivanje	17

2.2.3.3.4 Brizganje	18
2.3 GLOBINA PENETRACIJE	19
3 MATERIAL IN METODE	21
3.1 PRIPRAVKI	21
3.2 METODE DELA	22
3.2.1 Izbira vzorcev in merjenje dimenzij	22
3.2.2 Potapljanje vzorcev	23
3.2.3 Določanje globine penetracije	24
3.2.4 Merjenje gostote pripravkov	25
3.2.5 Merjenje površinske napetosti pripravkov	27
3.2.6 Merjenje navzema lužil – sorpcija	29
3.2.7 Merjenje barve	29
3.2.8 Merjenje deleža suhe snovi	30
4 REZULTATI	32
4.1 SUHA SNOV	32
4.2 POVRŠINSKA NAPETOST	33
4.3 GLOBINA PENETRACIJE	34
4.4 NAVZEM – SORPCIJA	36
4.5 GOSTOTA	37
4.6 VPLIV VLAGE NA PENETRACIJO	38
4.7 DIMENZIJSKE SPREMEMBE	39
4.8 BARVA	41
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	42
5.1 RAZPRAVA	42
5.2 SKLEPI	43
6 POVZETEK	44
7 VIRI	46

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Mejne koncentracije hlapnih organskih spojin za zajete očiščene odpadne pline	4
Preglednica 2: Mejne količine nezajetih emisij	5
Preglednica 3: Pregled izvornih vodnih lužil in pripravkov	22
Preglednica 4: Povprečni deleži suhe snovi za posamezen pripravek	33
Preglednica 5: Površinska napetost za posamezne pripravke, izmerjena po dveh metodah	34
Preglednica 6: Globina penetracije posameznih pripravkov	35
Preglednica 7: Navzem za posamezne pripravke po 200 sekundah	37
Preglednica 8: Gostota pripravkov izmerjena po dveh metodah	38
Preglednica 9: Penetracija lužila v odvisnosti vlažnosti lesa	39
Preglednica 10: Sprememba dimenzij vzorcev 15 min po potapljanju	40
Preglednica 11: Sprememba dimenzij vzorcev po enem tednu aklimatizacije po potapljanju	41
Preglednica 12: Povprečne razlike parametrov za merjenje barve med različnimi pripravki	42

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Vzorec po potapljanju v izločen pripravek 3	22
Slika 2: Zunanji mikrometer	23
Slika 3: Magnetno mešalo	24
Slika 4: Globina penetracije izvornega lužila 2 (zgoraj) in pripravka 1 (spodaj)	25
Slika 5: Piknometer	26
Slika 6: Merjenje gostote s tenziometrom	27
Slika 7: Merjenje površinske napetosti s tenziometrom z metodo obročka	28
Slika 8: Merjenje površinske napetosti s tenziometrom z metodo ploščice	28
Slika 9: Merjenje navzema na tenziometru	29
Slika 10: Merjenje barve s sferičnim kolorimetrom	30
Slika 11: Petrijevka s suhim lužilom	31
Slika 12: Grafični prikaz deležev suhe snovi v posameznih pripravkih	32
Slika 13: Površinska napetost za posameznih pripravkov izmerjena po dveh metodah	33
Slika 14: Globina penetracije posameznih pripravkov	34
Slika 15: Relativna globina penetracije	35
Slika 16: Navzem lužil	36
Slika 17: Gostota lužil izmerjena z dvema različnima napravama	37
Slika 18: Vpliv relativne zračne vlažnosti na penetracijo izvornega lužila 2	38
Slika 19: Relativna sprememba dimenzij vzorcev v vseh treh smereh	39
Slika 20: Relativna sprememba dimenzij po potapljanju po enem tednu kondicioniranja	40

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Dimenzije vzorcev

Priloga 2: Podatki za suho snov

Priloga 3: Povprečni navzemi pripravkov (v g)

Priloga 4: Navzem za pripravek 11

Priloga 5: Navzem za pripravek 12

Priloga 6: Navzem za pripravek 13

Priloga 7: Navzem za pripravek 21

Priloga 8: Navzem za pripravek 22

Priloga 9: Navzem za vodo

Priloga 10: Meritve barve

Priloga 11: Slike vzorcev, luženi s pripravki

Priloga 12: Vzorci, luženi pri različnih vlažnostih

1 UVOD

1.1 UVODNA OBRAZLOŽITEV

Tako kot v večini slovenskih lesnopredelovalnih podjetij, se tudi v podjetju KLI Logatec d.d. soočajo s problemi okoljevarstva.

Med okoljevarstvenimi zahtevami bo imela na proizvodnjo v podjetju zelo velik vpliv »Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila« (Ur.l. RS št. 112-4927/2005), ki zahteva zmanjšanje emisij organskih topil v zrak. Tako bodo morali preiti na uporabo okolju prijaznejših sredstev za površinsko obdelavo, kar jim povzroča precej problemov.

Da bi tudi pri postopku luženja izpolnili okoljevarstvene zahteve, prehajajo na vodna lužila, kar pa ima tudi slabe lastnosti. Penetracija vodnih lužil je precej globoka in odvisna od anatomskih in morfoloških lastnosti lesa. Posledice so precejšnje dimenzijske spremembe luženih elementov. Ta problem je posebej izrazit pri lepljenih izdelkih, ker zaradi luženja z vodnimi lužili prihaja do pojava neravnin na lepljenih površinah po njihovi osušitvi. Težave nastopajo tudi pri trdnosti lepilnih spojev.

Ker v proizvodnem procesu ni možnosti vpliva na anatomske in morfološke lastnosti lesa ter na orientiranost letvic v lepljenih elementih, so se v podjetju osredotočili reševati problem z modifiakcijo lužila. Lužilo, ki ga v proizvodnji uporabljajo trenutno, smo modificirali, da bi mu spremenili viskoznost in površinsko napetost. S tem smo želeli zmanjšati globino penetracije in s tem omejiti dimenzijske spremembe lesa med postopkom luženja.

1.2 OPREDELITEV PROBLEMA

Poiskati moramo novo vodno lužilo ali modificirati obstoječega tako, da bodo emisije topil zaradi luženja ustrezale uredbi, ki zahteva zmanjšanje emisij hlapnih organskih snovi (HOS) in da bodo dimenzijske spremembe lesa med luženjem čim manjše.

2 PREGLED OBJAV

2.1 UREDBA O EMISIJI Hlapnih Organskih Spojin iz naprav, ki uporabljajo Organska Topila

Vsa podjetja, ki izdelujejo ali uporabljajo premazna sredstva za les, si v zadnjih letih prizadevajo, da bi bili njihovi izdelki čim bolj okolju prijazni. Zato uvajajo premazna sredstva z visoko vsebnostjo suhe snovi ali sredstva na vodni osnovi. Tudi proizvajalci opreme za nanos in sušenje premazov se osredotočajo na to, kako zagotoviti čim boljši izkoristek nanašanja in čim hitrejše sušenje ob čim manjši uporabi energije. Vse to se dogaja zaradi zahtev Uredbe o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila (V nadaljevanju »Uredba HOS«). Trenutno velja Uredba HOS iz leta 2005 (*Ur.l. RS št. 112-4927/2005*) s popravki z uredbe o spremembah in dopolnitvah uredbe HOS (*Ur.l. RS št. 37-1987/2007*).

2.1.1 Splošne določbe

Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin iz naprav, ki uporabljajo organska topila določa posebne zahteve, povezane s preprečevanjem in zmanjševanjem emisij hlapnih organskih spojin (HOS) v okolje, predvsem v zrak, in sicer:

- Vrste dejavnosti in z njimi povezane naprave, ki uporabljajo organska topila in za katere se uporabljajo določbe te uredbe,
- mejne vrednosti koncentracij hlapnih organskih spojin v odpadnih plinih,
- mejne količine nezajetih in celotnih emisij hlapnih organskih spojin,
- mejne vrednosti koncentracij rakotvornih, mutagenih in za reprodukcijo strupenih hlapnih organskih spojin,
- merila za odobritev načrta zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin,
- vrednotenje emisij hlapnih organskih snovi in ugotavljanje čezmernih obremenitev,
- obseg obratovalnega monitoringa in
- posebne ukrepe v zvezi z zmanjšanjem tveganja za zdravje ljudi, ki ga povzročajo emisije hlapnih organskih spojin v okolje.

Določbe te uredbe se uporabljajo za obratovanje naprav, pri katerih je zaradi izvajanja posameznih dejavnosti uporaba hlapnih organskih spojin večja od najmanjše letno dovoljene. Če se na območju, ki ga ima v posesti isti uporabnik, uporabljajo organska topila v več istovrstnih napravah ali v dodatni opremi, ki se uporablja samo delno za izvajanje dejavnosti, se šteje celotna poraba organskih topil na tem območju. Prijaviti je potrebno vsako napravo, v kateri se uporabljajo hlapne organske spojine, ne glede na njihove emisije.

Nekaj izrazov, ki so potrebni za pravilno razumevanje uredbe HOS:

- Naprave so napeljave in oprema, ki so nepremična tehnična celota, v kateri se izvaja ena ali več dejavnosti, ki lahko vplivajo na emisije hlapnih organskih spojin. Za eno napravo se šteje tudi več istovrstnih naprav na posameznem funkcionalno zaokroženem območju v posesti istega upravljalca, vključno s pripadajočo ali z njimi povezano infrastrukturo in tehnološkimi postopki, v katerih se uporabljajo organska topila,
- emisija je kakršenkoli izpust hlapnih organskih spojin iz naprave v okolje,
- nezajete emisije so emisije hlapnih organskih spojin v zrak, tla ali vodo, ki niso zajete v odpadnih plinih, in če ni drugače določeno s to uredbo, tudi topila v katerih koli izdelkih. Med nezajete emisije so vključene tudi difuzne emisije, ki se spuščajo v okolje skozi okna, vrata, zračnike in podobne odprtine,
- celotne emisije so vsota nezajetih emisij in emisij v odpadnih plinih,
- mejna vrednost emisij je masa hlapnih organskih spojin, izražena s posebnimi parametri, kot so koncentracija, odstotek vnosa topil ali emisijski faktor, izračunana pri normalnih pogojih, ki v enem ali več časovnih obdobjih ne sme biti presežena,
- organska spojina je vsaka spojina, ki vsebuje vsaj element ogljik in enega ali več naslednjih elementov: vodik, katerikoli halogen, kisik, žveplo, fosfor, silicij ali dušik, razen ogljikovih oksidov ter anorganskih karbonatov in bikarbonatov,
- hlapna organska spojina je katerakoli organska spojina s parnim tlakom 0,01 kPa pri 293,15 K ali spojina z enako hlapnostjo pri določenih pogojih uporabe. Po tej uredbi se za hlapno organsko spojino šteje tudi frakcija kreozota, katere parni tlak pri 293,15 K presega vrednost 0,01 kPa,
- organsko topilo je katerakoli hlapna organska spojina, ki se uporablja sama ali skupaj z drugimi snovmi, ne da bi se pri tem kemijsko spremenila, za raztapljanje

surovin, izdelkov ali odpadnih snovi ali se uporablja kot čistilno sredstvo za raztapljanje nečistoč, kot sredstvo za raztapljanje, disperzni medij, sredstvo za uravnavanje viskoznosti ali površinske napetosti, plastifikator ali kot zaščitno sredstvo,

- uporaba je celoten vnos organskih topil v napravo v koledarskem letu ali kateremkoli drugem 12-mesečnem obdobju, brez upoštevanja vseh hlapnih organskih spojin, ki se regenerirajo za ponovno uporabo,
- vnos je količina organskih topil, vključno z organskimi topili v pripravkih, ki se uporabljajo pri izvajanju dejavnosti, in organskimi topili, ki se reciklirajo v napravi ali zunaj nje, in se upošteva vsakokrat, ko se organska topila uporabljajo v napravi,
- zaprti pogoji so pogoji, v katerih naprava deluje tako, da se hlapne organske spojine, ki se sproščajo pri izvajanju dejavnosti, zbirajo in odvajajo nadzorovano skozi odvodnik odpadnih plinov ali iz naprave za čiščenje odpadnih plinov in tako niso povsem nezajete,
- normalni pogoji so pogoji pri 273,15 K in tlaku 101,3 kPa

2.1.2 Izpolnjevanje zahtev glede mejnih emisij

Pri načrtovanju, gradnji ali rekonstrukciji ter obratovanju naprav je potrebno zagotoviti, da so za posamezno napravo izpolnjene zahteve glede mejnih vrednosti emisij hlapnih organskih spojin (Preglednica 1 in Preglednica 2).

Preglednica 1: Mejne koncentracije hlapnih organskih spojin za zajete očiščene odpadne pline (Priloga 2a, II del, 9.1.1 Uredbe HOS (*Ur.l. RS št. 112-4927/2005*)).

Poraba topil (t/leto)	Mejna koncentracija (mg C/m ³)	Opombe
15–25	100 ⁽¹⁾	⁽¹⁾ velja za postopke premazovanja in sušenja pri zaprtih pogojih
več kot 25	50 ⁽²⁾	⁽²⁾ velja za postopke sušenja premaznega sredstva pri zaprtih pogojih
	75 ⁽³⁾	⁽³⁾ velja za postopke nanašanja premaznega sredstva pri zaprtih pogojih
	20 ⁽⁴⁾	⁽⁴⁾ velja pri naknadnem termičnem sežigu

Preglednica 2: Mejne količine nezajetih emisij (Priloga 2a, II del, 9.1.2 Uredbe HOS (Ur.l. RS št. 112-4927/2005)).

Poraba topil (t/leto)	Mejna količina, ⁽¹⁾ izražena v % vnosa organskih topil	Opombe
15–25	25	⁽¹⁾ pri zaprtih pogojih, hlapne organske spojine, vsebovane v zajetih neočiščenih odpadnih plinih, se prištevajo k nezajetim emisijam
več kot 25	20	

Upravljalca mora poskrbeti za varnostne ukrepe, ki zagotavljajo čim nižje emisije hlapnih organskih spojin med zagonom in ustavitvijo naprave. Če sam upravljalca ali izvajalec občasnih ali trajnih meritev emisij hlapnih organskih spojin ugotovi, da naprava ne izpolnjuje zahtev glede emisij, mora o tem nemudoma obvestiti inšpektorja, pristojnega za okolje. Inšpektor mora preveriti stanje, in če so emisije previsoke, mora prepovedati obratovanje naprave.

Drugačne mejne vrednosti so predpisane za hlapne organske snovi, ki so zdravju bolj škodljive in lahko:

- povzročajo raka (R45),
- povzročajo dedne genetske okvare (R46),
- povzročajo raka pri vdihavanju (R49)
- škodujejo plodnosti (R60),
- škodujejo nerojenemu otroku (R61),

Za našteje hlapne organske snovi je mejna koncentracija emisij, ki je enaka ali večja od masnega pretoka 10 g/h, enaka 2 mg/m³. Če je v odpadnih plinih iz posamezne naprave več hlapnih organskih spojin, veljata masni pretok in mejna koncentracija za vsoto vseh. Mejna koncentracija halogeniranih hlapnih organskih spojin, ki imajo oznako R40 in so nevarne za trajno okvaro zdravja, je pri emisiji hlapnih organskih spojin, ki je enaka ali večja od masnega pretoka 100 g/h, enaka 20 mg/m³.

2.1.3 Načrt zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin

Z načrtom zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin mora upravljalec:

- Prikazati, da so predvideni ukrepi zmanjševanja uporabe hlapnih organskih spojin taki, da je po njihovi izvedbi emisija manjša ali enaka emisiji naprave, ki izpolnjuje vse s to uredbo določene zahteve glede mejnih vrednosti,
- izračunati in razložiti vrednost emisije, za katero zagotavlja, da jo bo povzročala naprava po izvedenih ukrepih zmanjšanja emisij,
- izračunati in razložiti vrednost letne emisije, ki jo povzroča naprava na začetku izvajanja ukrepov zmanjševanja emisij, v obliki bilance uporabljenih organskih topil na začetku izvajanja načrta,
- prikazati časovni potek zmanjševanja uporabe hlapnih organskih spojin za vsako leto posebej za vse obdobje trajanja izvajanja ukrepov zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin.

Če je prišlo do spremembe obratovanja ali obnove naprave, je potrebno k vlogi za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja priložiti tudi poročilo o obratovalnem monitoringu za preteklo leto in bilanco uporabljenih organskih topil.

Ministrstvo za okolje in prostor oz. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) odobri načrt za zmanjševanje emisij hlapnih organskih spojin, če iz izračunov in podatkov v njem ter iz ugotovitev poročila o prvih meritvah oziroma iz obratovalnega monitoringa izhaja, da:

- so predvideni ukrepi, ki zmanjšujejo vsebnost hlapnih organskih spojin v premaznih sredstvih izpolnjeni,
- načrt za zmanjševanje emisij hlapnih organskih spojin vsebuje izračunano letno referenčno emisijo, ki jo povzroča naprava na začetku izvajanja ukrepov in da so predložena dokazila, s katerimi je mogoče preveriti letno količino trdnih snovi v premaznih sredstvih, lepilih...,
- načrt vsebuje izračun in obrazložitev največje vrednosti letne emisije hlapnih organskih spojin, ki jo bo povzročala naprava po izvedenih ukrepih in katere vrednost je manjša od ciljne emisije.

Za vse obstoječe naprave največja vrednost letne emisije hlapnih organskih spojin ne sme presegati ciljne vrednosti od 1. novembra 2007 dalje, medtem ko je za nove ali rekonstruirane naprave to veljalo že pred tem datumom.

Ministrstvo lahko tudi zavrne izdajo okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje naprave, če ugotovi, da načrt zmanjševanja emisij hlapnih organskih spojin ne vsebuje sprejemljivih ukrepov zmanjševanja emisij oziroma ti ukrepi ne zadostujejo za doseganje ciljne emisije, pri čemer mora ministrstvo tako takšno odločitev utemeljiti. Prav tako pa ministrstvo lahko zahteva dopolnitev ali spremembo načrta za zmanjševanje emisij hlapnih organskih spojin.

2.1.4 Vrednotenje parametrov emisije

Koncentracija hlapnih organskih spojin se določa v masnih enotah, izraženih v g ali mg na enoto prostornine izražene v m³ pri 273,15 K in 101,3 kPa. Koncentracija hlapnih organskih spojin se ugotavlja pri izpustu odpadnih plinov iz naprav v zajetih odpadnih plinih, ki so razredčeni toliko, kot je to tehnično in obratovalno nujno. Količine dovedenega zraka v napravo za redčenje ali hlajenje zajetih odpadnih plinov se ne upošteva pri določanju koncentracije hlapnih organskih spojin v zajetem odpadnem plinu. Koncentracija in količina hlapnih organskih spojin se določata posebej kot vsota vseh spojin, ki so zdravju bolj škodljive in posebej za preostale hlapne organske spojine. Določata se pri polni obremenitvi naprav in na vseh izpustih odpadnih plinov posamezne naprave na podlagi izmerjenih vrednosti. Iz izmerjenih vrednosti koncentracij hlapnih organskih spojin in pretoka odpadnih plinov se izračunajo urne in dnevne povprečne vrednosti meritev koncentracije in urne povprečne vrednosti masnih pretokov hlapnih organskih spojin.

Vrednosti hlapnih organskih spojin v premaznem sredstvu se izražajo v g/l. Vrednost HOS se določa za premazno sredstvo, ki je pripravljeno za uporabo, vključno z redčenji, ki jih določa ali priporoča proizvajalec. Za premazna sredstva za les se vsebnost HOS izračuna po naslednji formuli.

$$\text{vsebnost HOS} = ((100 - n_{fa} - m_w) / 100) \times \rho_s$$

Pri čemer je:

ρ_s : gostota premaznega sredstva v g/l

n_{fa} : delež hlapnih snovi, izražen v odstotkih mase premaznega sredstva

m_w : delež vode, izražen v odstotkih mase premaznega sredstva

2.1.5 Meritve emisij hlapnih organskih spojin

Upravljalca mora skladno s predpisom, ki ureja prve meritve in obratovalni monitoring emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja, zagotavljati prve in občasne ali trajne meritve emisij hlapnih organskih spojin. Trajne meritve so obvezne za odpadne pline iz naprave, opremljene z napravo za čiščenje dimnih plinov, če na njenem izpustu povprečna vrednost masnega pretoka emisije hlapnih organskih spojin presega mejno vrednost masnega pretoka 10 kg/h, izraženo v kg celotnega organskega topila. Pri omenjenih napravah, ki ne presegajo mejne vrednosti masnega pretoka 10 kg/h, in za naprave, ki niso opremljene z napravo za čiščenje dimnih plinov, so obvezne občasne meritve enkrat v koledarskem letu. Pri posamezni občasni meritvi je potrebni izvesti najmanj tri enourna merjenja.

Ministrstvo (MOP) lahko v okoljevarstvenem dovoljenju za obratovanje naprave dovoli opustitev občasnih meritev, če so za uporabo organskih topil v posamezni napravi uporabljene tehnologije, ki omogočajo doseganje za to napravo določenih mejnih vrednosti brez uporabe čistilnih naprav za odpadne pline. Ministrstvo lahko dovoli tudi opustitev trajnih meritev emisij hlapnih organskih spojin, če je z drugim trajnim merjenjem parametrov delovanja same naprave ali naprave za čiščenje odpadnih plinov zagotovljen enakovreden nadzor nad parametri emisij.

Upravljalca mora do 31. marca tekočega leta predložiti ministrstvu v pisni in elektronski obliki bilanco uporabljenih organskih topil za preteklo koledarsko leto in podatke iz opravljenih meritev. V bilanci mora biti izračun:

- porabe topil,
- količine nezajetih emisij hlapnih organskih spojin, izražene v t/leto in v odstotkih porabljene količine organskih topil in
- količine celotnih emisij hlapnih organskih spojin, izražene v t/leto in odstotkih porabljene količine organskih topil ali kot emisijski faktor.

Če to zahteva načrt, mora biti v bilanci uporabljenih organskih topil navedena tudi letna količina nanese trdne snovi. Podatki iz opravljenih meritev zajemajo tudi koncentracijo in količino zdravju škodljivih, rakotvornih, mutagenih in za reprodukcijo strupenih hlapnih organskih spojin, če se te spojine uporabljajo v napravi.

2.2 VODNA PREMAZNA SREDSTVA

V zadnjem času je razvoj novih skupin surovin in naprednih aplikacijskih metod pripeljal do korenitih sprememb oziroma izboljšav na področju premazov za les. Razvoj premazov za les v Evropi vzpodbujata naraščanje zahtev po vedno boljših odpornostnih lastnostih površin in okoljska zakonodaja. To pomeni, da bodo ekonomsko in ekološko uglaseni sistemi zamenjali stare, pretežno topilne sisteme (sisteme na osnovi organskih topil).

Zakonodaja, ki ureja emisije HOS, sili podjetja v uvajanje za okolje sprejemljivejših tehnologij. Klasični premazi pretežno temeljijo na nitroceluloznih, kislinsko utrjujočih, poliuretanskih in nenasičenih poliestrskih vezivih. Vodni in UV utrjujoči premazi kot nova sodobna alternativa pa pridobivajo veljavo, vendar je njihovo uvajanje glede na zakonodajo pogojeno regionalno. Tako so bili vodni premazi in UV tehnologija še pred nekaj leti precej bolj razširjeni po Nemčiji in Skandinaviji, kot drugod po Evropi.

Vodni premazi za zaščito lesa predstavljajo okoljsko in zdravju prijaznejšo alternativo v primerjavi s klasičnimi topilnimi sistemi. V kolikor se to še ni zgodilo, v kratkem pričakujemo zamenjavo topilnih premazov z vodnimi na industrijskih linijah in tudi pri manjših uporabnikih, kjer zaradi ekonomskih razlogov ne vlagajo denarja v UV sušilnike. Ne glede na to, da industrija na splošno še ni pripravljena preiti na modernejše premaze, zanimanje za vodne premaze močno narašča.

Vodni premazi so večinoma disperzije poliakrilatnih, poliuretanskih in hibridnih akrilno-poliuretanskih polimerov. Vodni premazi imajo poleg dobrih lastnosti tudi nekaj slabih. Da bi odpravili ali vsaj izboljšali njihove pomanjkljivosti, so že pred nekaj leti pričeli izvajati različne razvojno-raziskovalne projekte. Pri projektih so sodelovali raziskovalni inštituti, proizvajalci premazov, opreme in proizvajalci pohištva. Namen je bil razviti premaze na

vodni osnovi za pohištvo, ki bi zadostili potrebam industrije in končnih uporabnikov v smislu aplikacije, izgleda in odpornostnih lastnosti.

Razvoj pri proizvajalcih veziv in premaznih sredstev poteka predvsem v smeri vodnih eno in dvokomponentnih poliuretanskih lakov, ki naj bi izboljšali osnovne pomanjkljivosti vodnih premazov, npr.: slabšo kemijsko odpornost in odpornosti proti razenju (Burja, 2003)

2.2.1 UV utrjujoči vodni premazi

Radiacijsko utrjujoči premazi že dosegajo visok kakovostni razred. Konvencionalni premazi so se uveljavili predvsem na linijah za lakiranje ploskovnega pohištva z valjanjem ter polivanjem. Pomembno pri radiacijskem utrjevanju je tudi dejstvo, da so emisije iz premaza med utrjevanjem in po njem zelo nizke. Pogojene so direktno s kvaliteto veziva in fotoiniciatorja. Tako so npr. v podjetju Helios, Tovarna barv lakov in umetnih smol Količevo, d.o.o. že uveljavljene konvencionalne sisteme dopolnili še s sistemom vodnih UV utrjujočih premazov, ki predstavljajo eno najboljših alternativ za poliuretanske sisteme, ki so v uporabi trenutno (Šlibar, 2004; Močnik, 2002).

Prednosti UV utrjujočih premazov na vodni osnovi pred konvencionalnimi vodnimi premazi:

- Ni emisije organskih topil, ker je redčilo voda,
- hitro utrjevanje (mikrovalovni sušilnik, IR sušilnik, UV sušilnik),
- manjša uporaba energije,
- zelo dobre lastnosti filma

Taki premazi pa imajo tudi nekaj slabih lastnosti:

- Večje dvigovanje lesnih vlaken,
- nanašalna oprema mora biti v nerjaveči izvedbi,
- skladiščenje nad 0°C,
- višji stroški surovin (vezivo, fotoiniciator),
- visoki investicijski stroški (3D, mikrovalovni sušilnik, IR sušilnik UV sušilnik).

2.2.2 Vodni disperzijski laki

Vodni laki so z vodo razredčljivi in vsebujejo najrazličnejše vrste veziv, z manjšo vsebnostjo organskih topil, lahko pa so celo brez njih. Veziva so v vodi dispergirana. Stopnja redčenja z vodo je pri nekaterih omejena, medtem ko pri drugih ne. Ti laki vsebujejo od 2 % do 10 % težje hlapnih organskih topil, od 30 % do 70 % suhe snovi, ostalo pa je voda.

V vodnih lakih za površinsko obdelavo lesa se najpogosteje uporabljajo naslednje disperzije:

- Poliakrilatne (»akrilne«),
- poliuretanske,
- Akril-stiren kopolimerne,
- nenasičene poliestrske, ...

Vodni disperzijski laki se sušijo fizikalno, tako da v prvi fazi izpareva voda, v drugi fazi pa organska topila. Sušenje je nato možno nadaljevati s kemijskim ali sevalnim načinom. Premaz lahko obsevamo z infrardečimi (IR) ali ultravijoličnimi (UV) žarki. Za pravilen potek fizikalnega sušenja je potrebno, da je temperatura laka, obdelovanca in zraka najmanj 18 °C. Če bi bila temperatura nižja, bi v filmu ostalo nekaj vode in površina utrjenega laka bi bila motna. Za sušenje vodnih premazov so zelo primerni tudi tuneli z mikrovalovi ali z agregati, ki sušijo zrak na relativno vlažnost pod 10 %. Sušenje pri normalnih pogojih traja nekje med 2 in 3 ure. Pri povišani temperaturi je sušenje veliko hitrejše. Hitrejše sušenje lahko dosežemo tudi s predgrevanjem obdelovancev, to pa pomeni tudi manjše dvigovanje vlaken, ker se lak hitreje suši (Kotnik, 2003).

2.2.2.1 Značilnosti vodnih lakov

Tako kot vsi laki, imajo tudi vodni laki nekatere prednosti in pomanjkljivosti. Poglejmo najprej prednosti vodnih lakov v primerjavi z drugimi raztopinskimi laki na osnovi organskih topil (Kotnik, 2003):

- so do okolja prijaznejši, saj vsebujejo zelo malo organskih topil,
- vsebujejo visok delež suhe snovi,

- ne vsebujejo zdravju škodljivih dodatkov in so skoraj nevtralne vrednosti pH,
- pri skladiščenju, nanašanju in sušenju ni potrebna eksplozijsko varna izvedba električne opreme, če uporabljamo samo vodne lake,
- redčilo je voda, kar pa razmeroma dragih vodnih sistemov ne poceni,
- ne mehčajo spojev, zlepljenih s termo talilnimi in polivinilacetatnimi lepili,
- na mehkejšem lesu iglavcev izkazujejo boljši oprijem in boljše zapolnjujejo pore mehkejših iglavcev.

Pomanjkljivosti vodnih lakov:

- Embalaža in nanašalna oprema morata biti iz nerjavečih materialov,
- za skladiščenje in transport je potrebna temperatura nad 0 °C,
- med nanašanjem mora biti temperatura obdelovanca, laka in zraka nad 18 °C,
- hrapavost utrjenih temeljnih filmov je zaradi dviga vlaken nekoliko večja,
- potrebno je pogostejše čiščenje nanašalne opreme, sicer pride do napak,
- čiščenje nanašalne opreme z vodo je možno, če se lak še ni posušil, sicer ne,
- možnost kombinacij z drugimi laki v premaznem sistemu je zelo omejena,
- zahtevnejše je čiščenje odpadnih vod iz lakirnih kabin,
- cena vodnih lakov ni nižja od cen primerljivih drugih vrst lakov in
- velika površinska napetost vode in posledično slabše razlivanje.

2.2.3 Vodna lužila

Vodna lužila so 5 % do 10 % disperzije sintetičnih barvil, redko z dodatkom transparentnih pigmentov in v vodni raztopini zelo razredčenega vezivnega sredstva. Vsebujejo tudi pomožna sredstva za izboljšanje dispergiranja, za manjše usedanje in počasnejši biološki razkroj. Lastnosti starejših vodnih lužil se zaradi fizikalno kemijskih in bioloških procesov dokaj hitro spreminjajo, zato taka lužila pripravljamo tik pred uporabo. Če lužilo nanašamo z umakanjem, je priporočljivo, da v posodo večkrat na dan dolijemo lužilo, škodi pa ne tudi dodatek konzervansa. Proizvajalci vodna lužila dobavljajo v prahu, ki ga pred uporabo raztopimo v vodi.

Kako bomo lužilo nanašali, je odvisno od oblike obdelovanca. Za ravne površine je najprimernejši valjni postopek nanašanja, ki mu sledi strojno krtačenje, da bolj enakomerno porazdelimo lužilo. Pri tridimenzionalnih izdelkih lužilo nanašamo z gobo, z umakanjem, z oblivanjem ali z brizganjem s prebitkom in naknadnim brisanjem lužila. Z brizganjem brez prebitka sicer dosežemo barvno bolj izenačeno površino, vendar pa hkrati zmanjšamo vidnost teksture lesa in povzročimo možnost slabega oprijema laka, zato taka metoda ni priporočljiva (Kotnik, 2003).

Prednosti vodnih lužil:

- Ker je topilo voda so ekonomični,
- nizek negativni vpliv na okolje,
- zelo dobro barvanje in doseganje različnih barvnih slik,
- enostavno čiščenje nanašalne opreme,
- niso eksplozijsko nevarna.

Pomanjkljivosti vodnih lužil:

- Kratkotrajna uporabnost pripravljenih lužil,
- močno dvigajo lesna vlakna in povečujejo hrapavost, s tem pa tudi povzročajo potrebo po brušenju temeljnega laka,
- slab oprijem laka, če obdelovancev po luženju ne osušimo dovolj,
- slabša svetlobna obstojnost barve,
- posode in delovne naprave morajo biti iz nerjavečih materialov.

2.2.3.1 Vodna lužila s poliakrilatnim (akrilnim) vezivom

Vodna lužila z akrilnim vezivom so lužila, izdelana iz pigmentnih preparacij, akrilnega veziva, vode in sredstev za konzerviranje in proti penjenju. Ta lužila lahko nadomeščajo klasična vodna lužila. Prednost vodnih lužil z akrilnim vezivom je v tem, da je nabrekanje lesa in dvigovanje lesnih vlaken zanemarljivo, različno obarvanje čelnih površin pa je v primerjavi z radialnim in tangencialnim rezom neopazno. Po sušenju, ki je hitrejše kot pri običajnem vodnem lužilu, je film, ki je nastal z nanosom lužila netopen, saj se ne raztaplja niti v vodi niti v lakih. Sloj, ki nastane z nanosom vodnega lužila z akrilnim vezivom,

izboljšuje kvaliteto lakiranja, ker je vpijanje laka v podlago manjše. Pri potapljanju izdelkov v lake je obarvanje laka manjše. Lužila z akrilnim vezivom so primerna za nanašanje s potapljanjem na drobne galanterijske izdelke, sklope otroških posteljic, WC desk in tudi za obdelavo stranic omar iz okvirne konstrukcije ali masivnega lesa.

Pri vsakem luženju moramo poskrbeti, da je odcejanje lužila dobro in da se elementi med sušenjem ne dotikajo. Elementi, ki imajo izvrtine, morajo biti med odcejanjem obrnjeni tako, da odvečna količina lužila ne ostane v odprtini, morebitne sledi odcejanja pa odstranimo z vlažno gobo iz poliuretanske pene, preden se lužilo posuši. Ko je lužilo suho, napak ne moremo več popravljati. Elemente običajno obesimo in tako pripravljene potopimo v lužilo, v takem položaju jih tudi lakiramo (stoli, galanterija, ...). Tako pripravljene elemente lahko kvalitetneje lakiramo s postopkom elektrostatskega brizganja. Iz zgoraj opisanega je razvidno, zakaj je uporaba vodnih lužil z akrilnimi vezivi mnogo bolj uveljavljena in manj zahtevna od uporabe vodnih lužil. Pri luženju moramo paziti, da je čas potapljanja kratek, da se okrogli elementi ali elementi z raznimi izvrtinami ne bi preveč navlažili in tako spremenili prvotne oblike, kajti ne smemo pozabiti, da imamo opravka z lužilom, ki vsebuje več kot 90 % vode.

Če primerjamo kvaliteto obdelave in končno ceno, se izkaže, da je višja nabavna cena vodnih lužil z akrilnimi vezivi zanemarljiv strošek, saj za kvaliteto izdelkov, ki jo zagotavljajo ta lužila, lahko iztržimo več. Naknadnega pojavljanja nevšečnosti, kot so lise na vlažni podlagi, pri vodnih lužilih z akrilnimi vezivi ni. Manjše je vpijanje laka v podlago in izdelek dalj časa obdrži nespremenjeno obliko in kvaliteto. Paleta barv je pri teh lužilih zelo široka, saj se dobijo tudi razni pastelni odtenki, česar z vodnimi lužili ne moremo doseči. Možna sta tudi mešanje in izdelava novih odtenkov.

Kadar lakiramo z vodnimi laki, jih s temi lužili lahko obarvamo. Pri večkratni uporabi lužila s potapljanjem, se zaradi vnosa elementov v posodi naberejo ostanki lesa in prah, zato moramo preostanek precediti. To pa lahko vpliva na odtenek luženega izdelka. Če pri že lakiranih površinah prebrusimo kakšen rob, moramo izdelek na mestu napake pobrusiti do podlage in s krpo ponovno nanesti lužilo. Lužilo se bo prijelo le na mestu, kjer ni laka, po nekaj minutah pa lahko ponovno lakiramo.

Prav tako kot ostala vodna premazna sredstva, so tudi ta lužila občutljiva na temperaturo, hraniti jih moramo pri temperaturi nad 0 °C. Če zmrznejo in jih kasneje odtajamo in precedimo, bo kvaliteta luženja po vsej verjetnosti slabša. Ker ta lužila niso eksplozijsko nevarna jih lahko hranimo v eksplozijsko ne varovanih prostorih v nerjaveči embalaži (Kovačič, 2002).

2.2.3.2 Dvigovanje lesnih vlaken pri luženju z vodnimi lužili

Dvigovanje lesnih vlaken je pri uporabi vodnih lužil pogost in zelo nezaželen efekt. Nabrekanje lesnih vlaken se kaže v grobi površini, in največkrat zahteva dodatno brušenje, da na izdelku to napako odpravimo. Faktorji, ki najpogosteje vplivajo na dvigovanje lesnih vlaken so:

- Vrsta in kvaliteta lesa,
- vrsta in kvaliteta koalescentnega topila,
- vrednost pH,
- vsebnost suhe snovi,
- površinska napetost,
- način in hitrost sušenja,
- velikost delcev veziva,
- viskoznost,
- način nanašanja,
- topnost polimera,
- minimalna temperatura za tvorbo filma.

Dvigovanje lesnih vlaken ocenjujemo vizualno, ker standardizirana testna metoda za oceno tega pojava ne obstaja. Praktične izkušnje pri uporabi vodnih lužil kažejo, da je zelo pomembna priprava lesne površine. Z večkratnim brušenjem z brusnimi papirji granulacije med 80 in 180 lahko dvig lesnih vlaken zmanjšamo na minimum (Kaluža, 2004).

2.2.3.3 Načini nanosa vodnih lužil

2.2.3.3.1 Valjni stroj za nanos lužila

Osnovni del je nanašalni agregat z istosmernim vrtenjem valjev. Nanašalne lastnosti so odvisne od vrste oziroma trdote obloge nanašalnega valja. Le-ta je ponavadi iz penaste gume. Za transport služi tračni transporter, ki ima možnost nastavitve hitrosti. Ti stroji se uporabljajo predvsem za nanos lužil na ploskovno pohištvo. K osnovni postavitvi lahko dodajamo še druge agregate za izboljšanje luženja.

Krtača za čiščenje obdelovancev je nameščena na vhodnem delu stroja, pred nanašalnim agregatom. V sestavo stroja je vključena le, če pred njim ni predvidena postavitve brusilnika za fino brušenje in čiščenje.

Krtače za utiranje lužila v pore so izdelane iz tankih sintetičnih vlaken. Imajo lasten pogon, nameščene pa so prečno ali poševno na smer gibanja obdelovancev. Izdelane so v obliki izvlečnega agregata, ker je zaradi pranja potrebna pogosta menjava. Največkrat so na stroju za luženje nameščene dve ali tri krtače za utiranje lužila. Znatno izenačijo barvo luženega lesa in obarvajo pore.

Trak za brisanje lužila, iz vpojnega papirja, se počasi previja iz enega na drugi navijalni valj. Med obema valjema je pritisni čevelj, ki pritiska trak ob površino luženih plošč, s katerih odstranjuje odvečno lužilo. Trak za brisanje lužila je nameščen za krtačami (Kotnik, 2003).

2.2.3.3.2 Potapljanje

Potapljanje se uporablja predvsem za nanos lužila na obdelovance paličaste oblike ali na manjše sklope, kot so končnice postelj, deli stolov in na razne galanterijske izdelke. Manjše izdelke ponavadi obesimo na transporter, kar omogoča hitrejše luženje v globoki in ozki kadi, medtem ko večje izdelke kot so stoli, potapljamo posamično in jih ponavadi ročno obračamo v široki in plitvi kadi. Odvečno lužilo, ki kaplja na odkapljalno ploščo, ponavadi teče neposredno nazaj v kad ali pa v manjši zbiralnik (Kotnik, 2003).

2.2.3.3 Oblivanje

Ta postopek je pogosto alternativa potapljanju. V polodprtih napravah za oblivanje premazna sredstva nanašamo v obliki slabo razpršenih curkov, predvsem na izdelke iz polnega lesa najrazličnejših oblik. Ta postopek je še posebej smiseln pri oblivanju izdelkov večjih dimenzij, pri katerih bi bila potrebna velika kad za potapljanje. Sistem za oblivanje je sestavljen iz transporterja za obešanje obdelovancev in naprave za oblivanje. Gibanje obdelovancev je lahko kontinuirano ali pa prekinjeno, to je odvisno od izvedbe naprave. Oblivanje v odprtih napravah ni primerno za premazna sredstva, ki vsebujejo hitro hlapna organska topila, pred potapljanjem pa ima naslednje prednosti (Kotnik, 2003):

- enostavnejše obešanje obdelovancev, ker ni učinka vzgona,
- za oblivanje izdelkov večjih dimenzij je potrebna nekajkrat manjša količina premaznega sredstva kot za potapljanje, kar je še posebej pomembno, če je obstojnost sredstva časovno omejena zaradi spremembe barve in staranja ali, če je potrebna pogosta menjava barvnega tona.

Oblivanje v podtlačni komori je novejši postopek za zelo racionalno nanašanje lužil in UV utrjujočih lakov na dolžinske obdelovance kot so stenske obloge, letve najrazličnejših presekov, ipd. Naprava pa je sestavljena iz:

- transportnega traku z vodili in pritisnimi kolesi pred vstopom v nanašalno komoro, ki služi za transport obdelovanca skozi vse dele naprave,
- nanašalne komore s premaznim sredstvom, ki je manjša posoda z vstopno in izstopno odprtino, v kateri sta vstavljeni izmenljivi maski z izrazom za prehod letev določenega preseka. V njej je med obratovanjem znaten podtlak,
- vakuumske črpalke za črpanje zraka iz nanašalne komore, v kateri vzdržuje konstanten podtlak

Postopek nanašanja:

- med obratovanjem naprave deluje vakuumska črpalka, ki zagotavlja ustrezen tlak v nanašalni komori, v kateri se obliva premazno sredstvo, ki zaradi podtlaka ne steče skozi vstopno ali izstopno odprtino,
- transporter potiska obdelovanec za obdelovancem stikoma skozi komoro,

- v času prehoda skozi nanašalno komoro se obdelovanec omoči s premaznim sredstvom v kopeli po vsej površini ali pod prho po zgornji in stranskih površinah,
- v odprtini, ki je le malo večja od obdelovanca se ustvari hiter tok zraka proti notranjosti komore, ki z obdelovanca odstranjuje odvečno premazno sredstvo,
- količino nanosa lahko zelo dobro reguliramo s podtlakom v komori in z nadmero odprtine v maski, zato je stalnost nanosa zagotovljena

2.2.3.3.4 Brizganje

Nanašanje premaznih sredstev z razprševanjem je najbolj univerzalen način za luženje in lakiranje pohištvenih izdelkov vseh oblik in velikosti. Ta način nanašanja je učinkovit in precej razširjen, je pa tudi ekonomsko in okoljsko precej sporen. Sredstva za brizganje morajo namreč imeti nizko viskoznost, kar pomeni veliko vsebnost hlapnih topil in posledično onesnaževanje okolja. Postopek temelji na razprševanju premaznega sredstva v oblak zelo drobnih kapljic, ki ga na različne načine usmerimo proti obdelovancu. Kapljice, ki padejo na obdelovanec se zlijejo v film.

Prvi način brizganja, ki je primeren za nanašanje vodnih lužil, je zračno razprševanje. Pri tem postopku je razprševanje premaznega sredstva posledica delovanja hitrega turbulentnega zračnega toka, ki izstopa iz šobe pištole, na curek premaznega sredstva, ki iz šobe izteka z majhno hitrostjo. Premazno sredstvo se razbije na majhne kapljice, ki jih usmerimo proti obdelovancu. Pomembno je, da brizgalni snop, ki je lahko različnih oblik, usmerimo proti površini pravokotno, kajti le tako bomo dosegli enakomerno debelino nanosa. Kakšen snop bomo uporabljali, je odvisno od oblike obdelovanca, prilagoditi pa moramo tudi tlak stisnjene zraka in viskoznost premaza. Izgube premaza znašajo od 20 % do 70 %.

Drug način je kombinirano brezračno – zračno razprševanje, kjer potrebujemo srednjetačno batno ali membransko črpalko, filter za premazno sredstvo in kombinirano razprševalno pištolo. Običajno znaša tlak premaznega sredstva od 20 bar do 40 bar, zraka pa med 1,5 bar in 2,5 bar. Oba parametra vplivata na stopnjo razprševanja, vendar v večji meri tlak zraka. Pri višji stopnji atomizacije se kvaliteta nanosa izenači z nanosom pri

zračnem brizganju, vendar so izgube nekoliko večje kot pri brezračnem brizganju, a še vedno precej manjše kot pri zračnem brizganju (Kotnik, 2003; Kovačič, 2003).

2.3 GLOBINA PENETRACIJE

Globina penetracije je odvisna od mnogih dejavnikov in lastnosti lesa in premazov, ki jih uporabljamo. Najpogostejši vplivi lesa oz. obdelovalne površine na globino penetracije so (de Maijer, 1999; Nussbaum in sod., 1998):

- na globino penetracije vpliva hrapavost površine, ker adhezija med premazom in lesom nima enakih vrednosti na področjih različne hrapavosti. Penetracija je večja na grobi kot na gladki površini;
- zelo velik vpliv na penetracijo premaza imajo anatomske značilnosti lesa (razmerje med ranim in kasnim lesom, piknje, število trakov in dolžina longitudinalnih celic);
- vpliv na penetracijo ima tudi postopek sušenja, s katerim vplivamo na aspiracijo pikenj. V suhem lesu je penetracija veliko lažja po trakovih, ker so piknje po večini odprte, medtem ko je pri vzdolžnih celicah situacija ravno obratna;
- odvisnost penetracije od premera celičnih lumnov ni enaka pri vseh premazih;
- penetracija premaza je za malenkost boljša v les z nizko vsebnostjo ekstraktivov;
- spremljanje globine penetracije pri vlažnostih lesa 2 %, 13 % in 28 % je pokazalo, da je globina penetracije naraščala z naraščanjem vlažnosti lesa;
- vpliv ima tudi kot med površino lesa in vzdolžnimi traheidami. Penetracija je globlja, če je kot večji.

Lastnosti premazov, ki vplivajo na globino penetracije (de Maijer, 1999; Nussbaum in sod., 1998):

- največji vpliv ima viskoznost premaza: če je viskoznost premaza nižja, je penetracija globlja;
- nižja površinska napetost premaza se odraža v slabši penetraciji v les;
- globina penetracije je odvisna od sposobnosti omočenja in prodiranja premaza v odprte celice in od transporta skozi piknje, ki povezujejo celice;
- na penetracijo ima vpliv tudi hitrost sušenja in debelina nanesenega premaza, razmerje med trdno in tekočo snovjo in prisotnostjo pigmentov;

- pigmenti na penetracijo vplivajo s svojo velikostjo in koncentracijo; če so tako veliki, da ne gredo skozi piknje, jih zaprejo in penetracija je manjša,
- pri nepigmentiranih premazih z visoko vsebnostjo suhe snovi je penetracija v beljavo bora večja, če je premer lumnov manjši;
- pri pigmentiranih vodnih alkidnih premazih je globina penetracije v les jelke večja, če je premer lumnov večji.

3 MATERIAL IN METODE

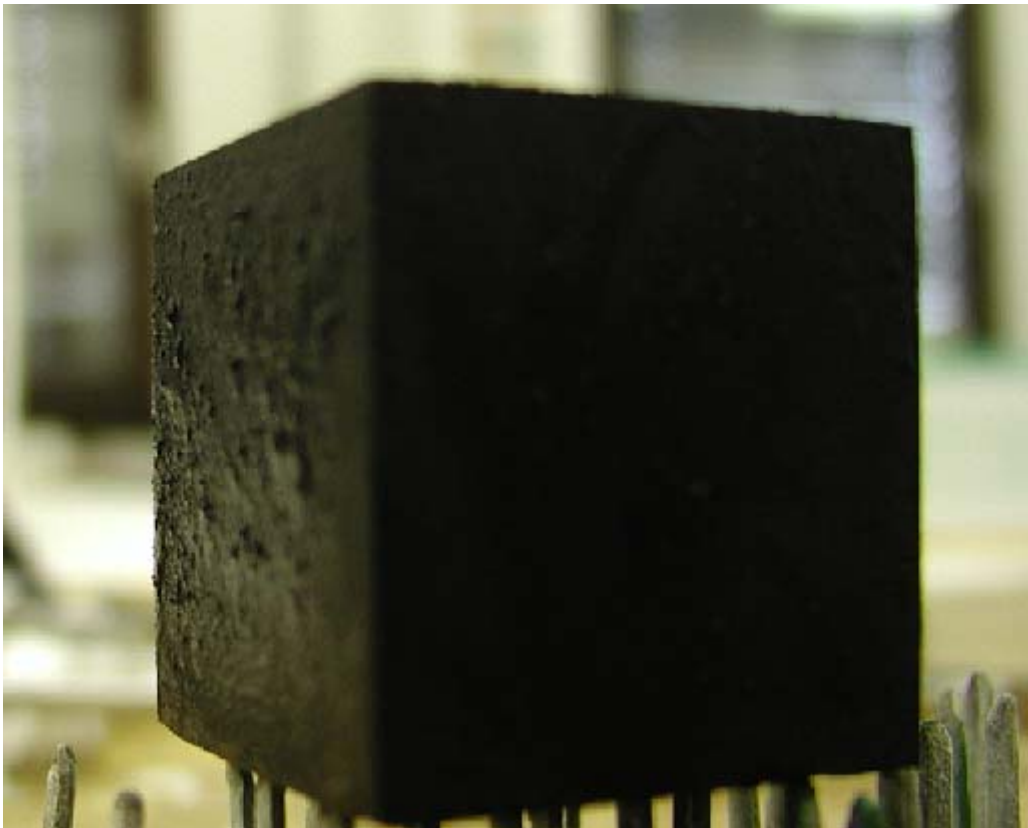
3.1 PRIPRAVKI

Ker so se v podjetju ukvarjali s problemom prevelike globine penetracije, smo v raziskovalnem delu diplomskega dela skušali poiskati pripravek, ki bo najmanj prodiral v les bukovine in posledično ne bo povzročal prevelikega nabreka luženih elementov. Na voljo smo imeli dve izvorni vodni lužili, štiri pripravke, ki so bili modificirani glede na sestavo prvega izvornega lužila in en pripravek na osnovi drugega izvornega lužila (preglednica 3). Proizvajalec obeh izvornih lužil je bilo podjetje Helios, tovarna barv, lakov in umetnih smol Količevo, d.o.o.

Preglednica 3: Izvorna vodna lužila in modificirani pripravki.

11	izvorno lužilo 1	Ekohel oreh F
12	pripravek 1	Ekohel oreh F + 1 % W1714
13	pripravek 2	Ekohel oreh F + 5 % W1714
14	pripravek 3	Ekohel oreh F + 5 % AEROSIL 200
15	pripravek 4	Ekohel oreh F + 2,5 % AEROSIL 200
21	izvorno lužilo 2	Ekohel oreh RN 195/06
22	pripravek 1	Ekohel oreh RN 195/06 + 3 % W1714

Vsi deleži dodatkov, ki so navedeni v preglednici 3, so volumski. Že takoj na začetku dela smo izločili pripravka 3 in 4, ker zaradi svojih lastnosti (gostota, viskoznost, tiksotropičnost) sploh nista stekla s površine vzorca (slika 1).



Slika 1: Vzorec po potapljanju v izločen pripravek 3 (Foto: M. Pavlič).

Vzorci so bili iz bukovega lesa in so bili kockaste oblike, s stranico dolžine približno 36 mm. Izžagani so bili zaporedno iz palic, ki jih uporabljajo za proizvodnjo pohištvenih elementov v lesnopredelovalnem podjetju.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Izbira vzorcev in merjenje dimenzij

Za vsako izvorno lužilo oz. pripravek smo potrebovali po pet vzorcev, vsak izmed teh petih vzorcev je bil izžagan iz druge palice. Vsi vzorci so morali biti brez kakršnihkoli napak. Izbrani vzorci so nato bili en teden kondicionirani pri temperaturi $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in relativni zračni vlažnosti $(44 \pm 5) \%$. Pred merjenjem dimenzij smo robove na rahlo obrusili z brusnim papirjem. Dimenzije smo merili z mikrometrom na 0,01 mm natančno (slika 2).



Slika 2: Zunanji mikrometer. (<http://sl.tm-kovine.si/izdelki/druga-merilna-orodja/omz-mikrometer-zunanji/>)

Dimenzije v radialni in tangencialni smeri smo merili na robu vzorca, ker je tam dimenzijska sprememba vzorca po potapljanju največja, v aksialni smeri pa smo vzorce merili na sredini njihovih ploskev. Spremembe dimenzij smo spremljali pred potapljanjem, 15 minut po potapljanju in po enem tednu ponovnega klimatiziranja vzorcev.

3.2.2 Potapljanje vzorcev

Pred potapljanjem vzorcev smo izmerili njihove dimenzije, pripravke pa smo dobro premešali z magnetnim mešalom (slika 3), da na dnu posode ne bi bilo morebitnih usedlin. Pripravili smo še distančnik za zagotovitev enake razdalje (10 mm) med dnom čaše in vzorcem med potapljanjem. V 200 mL čašo smo nalili 100 mL pripravka, nato pa vzorce s pomočjo pincete potapljali tako, da sta bili čelni strani spodaj in na vrhu. Vzorec se ni dotikal dna in sten čaše. Čas potapljanja je znašal 30 s, sledilo je odcejanje in brisanje kapljic, ki so se nabrale na robovih vzorcev. Nato smo vzorce kondicionirali.



Slika 3: Magnetno mešalo

(<http://images.google.si/images?gbv=2&hl=sl&q=laboratorijsko+me%C5%A1alo&start=20&sa=N&ndsp=20>)

3.2.3 Določanje globine penetracije

Možnosti za določanje penetracije je kar precej (svetlobna mikroskopija, elektronska mikroskopija,...), mi pa smo izbrali najbolj enostavno, in sicer smo globino penetracije določali vizualno.

Po končani klimatizaciji in merjenju dimenzij smo vzorce prežagali v prečnem prerezu tako, da smo dobili radialno površino lesa. Globino penetracije smo merili samo v aksialni smeri, in sicer s tiste strani, s katere je lužilo prodrlo globlje (slika 4).



Slika 4: Globina penetracije izvornega lužila 2 (zgoraj) in pripravka 1 (spodaj).

Pri vsakemu vzorcu za posamezen pripravek smo izmerili globino penetracije, nato izračunali povprečje in primerjali s povprečjem prodora izvornega lužila. Na ta način smo izračunali relativno globino penetracije (RGP) po naslednji enačbi:

$$RGP = G_{Pp}/G_{Pi} \times 100$$

G_{Pp} – povprečna globina penetracije pripravka (mm)

G_{Pi} – povprečna globina penetracije izvornega lužila (mm)

3.2.4 Merjenje gostote pripravkov

Gostoto smo pri sobni temperaturi merili na dva načina, in sicer s piknometrom, po metodi SIST EN ISO 2811-1 2002 (slika 5) in s tenziometrom (slika 6). Piknometer je merilna naprava za merjenje gostote kapljev in manjših teles. To je lonček s točno določeno prostornino pri določeni temperaturi. Piknometer ima zamašek z odprtino, skozi katero

odstranimo odvečno tekočino, ki smo jo natočili vanj. Preden piknometrom napolnimo s tekočino, ga moramo stehtati, nato pa ga stehtamo še, ko je napolnjen s točno določenim volumnom sredstva. Tako s pomočjo znanega volumna in mase sredstva v piknometru lahko izračunamo gostoto. Meritve smo izvajali s piknometrom prostornine 100 ml. Pri določanju gostote s piknometrom je potrebno paziti, da je naprava med posameznimi merjenji popolnoma čista in suha, vedno mora imeti tudi enako temperaturo, prav tako pa med merjenjem v sredstvu ne sme biti zračnih mehurčkov.



Slika 5: Piknometrom (levo zaprt, desno odprt) (Foto: B. Kričej).

S tenziometrom (slika 6) pa gostoto merimo tako, da v čašo nalijemo dobro premešan pripravek, in jo postavimo na spodnjo gibljivo mizico. Čaša s pripravkom se v navpični smeri bliža (5 mm/min) telesu točno določene oblike, velikosti in teže, ki je nameščen na posebni kljuki. Ko pride do stika med pripravkom in telesom valjaste oblike, naprava začne meriti silo vzgona, na podlagi katere določi gostoto pripravka. Telo se je v pripravek potopilo 16 mm globoko. Uporabljali smo tenziometer Krüss K100.



Slika 6: Merjenje gostote s tenziometrom.

3.2.5 Merjenje površinske napetosti pripravkov

Tudi površinsko napetost smo merili s tenziometrom in sicer z metodo z obročkom (Du Noüy) in z metodo s ploščico (Wilhelmy). Obročku (slika 7) ali ploščici (slika 8), ki sta vpeta v zgornjem delu naprave, se približuje čaša s pripravkom, ki je na gibajočem se delu tenziometra. Globina potopitve obročka je bila 3 mm, ploščice pa 2 mm. Nato pa se miza spušča in tenziometer med tem meri površinsko napetost lužila. Hitrost potapljanja in izvleka obročka oziroma ploščice je bila 6 mm/min.

Tenziometer površinsko napetost določene tekočine izmeri na podlagi sile, ki je potrebna da se stik med ploščico ali obročkom in tekočino prekine medtem, ko se čaša s pripravkom oddaljuje od obročka oziroma ploščice. Sila je največja takrat, ko je kontaktni kot med tekočino in obročkom 0° . To je takrat, ko je obroček ali ploščica že nad gladino pripravka. Koliko nad gladino se stik prekine, je odvisno od površinske napetosti pripravka. (Tenziometer K100, Krüss GmbH, Hamburg 2001-2005)



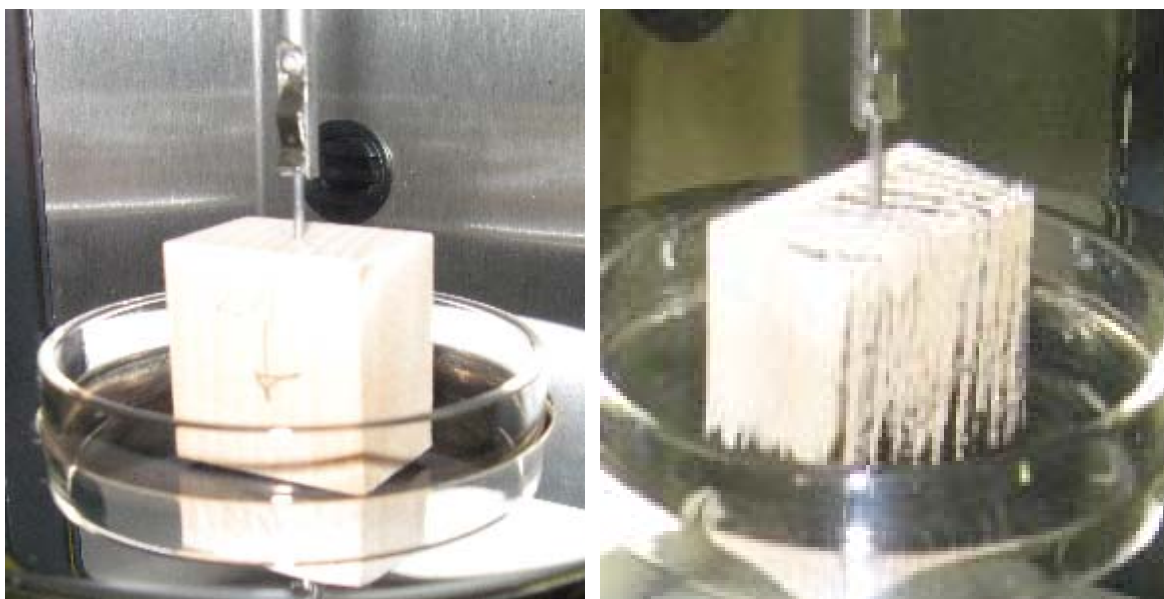
Slika 7: Merjenje površinske napetosti s tenziometrom, z metodo obročka (desna slika prikazuje položaj obročka med meritvijo).



Slika 8: Merjenje površinske napetosti s tenziometrom, z metodo ploščice.

3.2.6 Merjenje navzema lužil – sorpcija

Pripravili smo vzorce iz bukovega lesa. Izžagali smo jih iz palic preseka 20 mm x 30 mm, dolžina vzorcev je bila 30 mm. Uporabili smo pet palic, iz katerih smo izžagali po šest zaporednih vzorcev, kajti meritve smo izvajali pri vseh petih pripravkih in pri vodi. Nato smo na enem čelu določili središče, v katerega smo s kladivom zabili iglo, tako da smo lahko vzorec nato vpeli v tenziometer (slika 9). Drugega čela se z rokami nismo smeli dotikati, da ne bi bila površina mastna, umazana ali poškodovana na kakšen drug način. Tudi v tem primeru se je vpetemu vzorcu približevala čaša s pripravkom. Od trenutka, ko je prišlo do stika med površino vzorca in gladino pripravka, se je miza tenziometra dvignila še za 0,5 mm. Celotna meritev na enem vzorcu je trajala 200 s, navzem pa je bil odčitán vsaki 2 sekundi.



Slika 9: Merjenje navzema s tenziometrom (levo vzorec še pred merjenjem in nad gladino pripravka, desna slika pa prikazuje vzorec po opravljeni meritvi).

3.2.7 Merjenje barve

Za merjenje barve smo pripravili trikrat po dva vzporedna vzorca iz bukovega lesa, dimenzij 250 mm × 100 mm × 12 mm. Zgornje ploskve smo lužili s premazovanjem z

gobico. Lužila smo nanašali z manjšim presežkom in kolikor se je dalo enakomerno. Tako pripravljene vzorce smo za 120 min pustili pri sobni temperaturi, nato smo jih dali za 60 min v sušilnik ($T = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$) in nato pri sobni temperaturi ohlajali 60 min. Na koncu je sledilo še merjenje barve po CIE $L^*a^*b^*$ sistemu s sferičnim kolorimetrom (D65/10°, SPIN) proizvajalca X-Rite, model SP 62 (slika 10). Na vsakem vzorcu smo izvedli po 10 meritev, pri čemer smo se izogibali mestom z napakami.

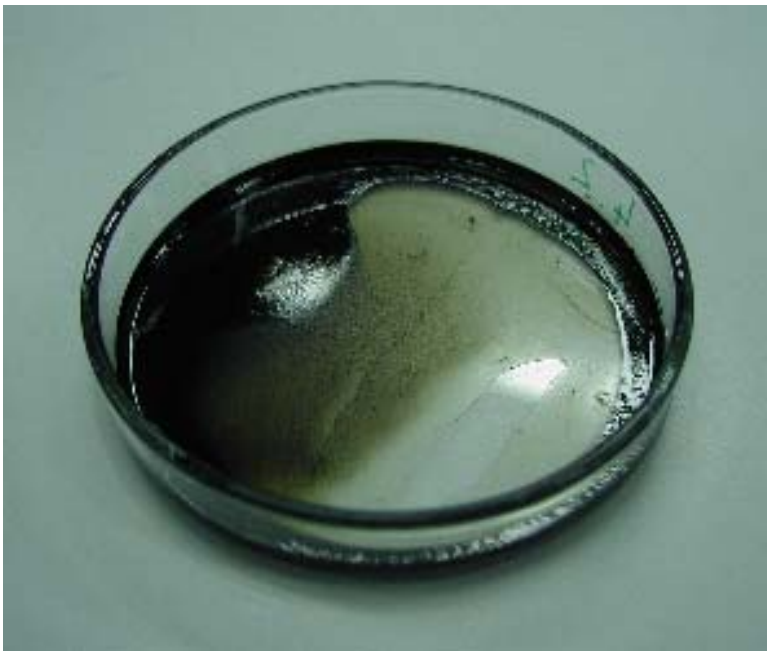


Slika 10: Merjenje barve s sferičnim kolorimetrom.

3.2.8 Merjenje deleža suhe snovi

Za vsako lužilo smo pripravili po tri petrijevke, ki smo jih stehali, in ko so bile še na digitalni tehtnici, smo vanje dodali od 0,9 g do 1,1 g lužila. Petrijevke so morale biti popolnoma čiste in suhe, saj smo uporabljali tehtnico, ki je bila natančna na 0,001 g. Ko smo pripravili vse vzorce, smo jih dali za 60 min v sušilnik pri temperaturi $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nato smo vzorce za 20 min prenesli v eksikator, kjer so se ohladili brez ponovnega navlaževanja (slika 11). Sledilo je ponovno tehtanje. Tako smo lahko iz mase prazne petrijevke, mase

mokrega lužila in mase petrijevke s posušenim lužilom izračunali delež suhe snovi. Povprečje za posamezen pripravek smo izračunali iz treh meritev.



Slika 11: Petrijevka s suhim lužilom.

4 REZULTATI

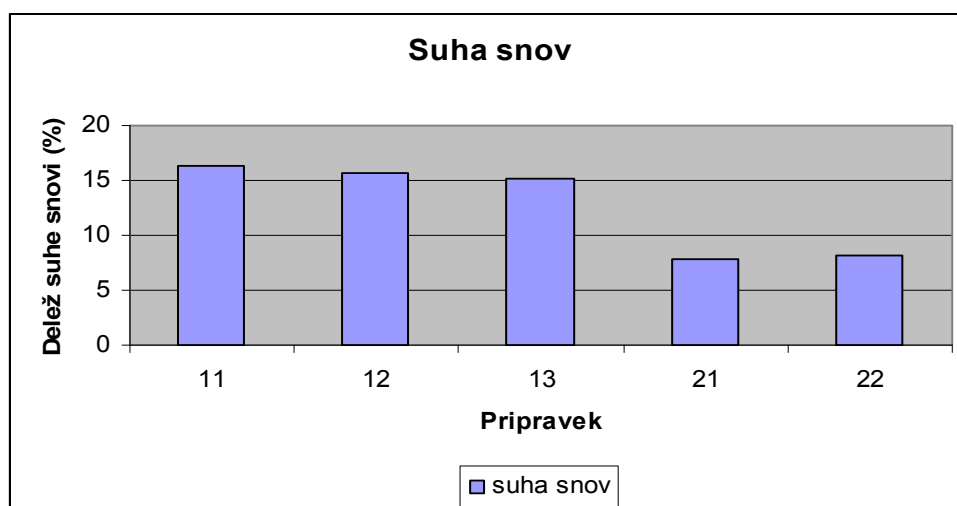
Oznake za pripravke so naslednje:

- 11 – Ekohel oreh F (izvorno lužilo 1)
- 12 – Ekohel oreh F + 1 % W1714
- 13 – Ekohel oreh F + 5 % W1714
- 21 – Ekohel oreh RN 195/06 (izvorno lužilo 2)
- 22 – Ekohel oreh RN 195/06 + 3 % W1714

4.1 SUHA SNOV

Preglednica 4: Povprečni deleži suhe snovi.

SUHA SNOV	
Pripravek	Povprečna vrednost (%)
11	16,3
12	15,6
13	15,2
21	7,9
22	8,1



Slika 12: Grafični prikaz deležev suhe snovi v posameznih pripravkih.

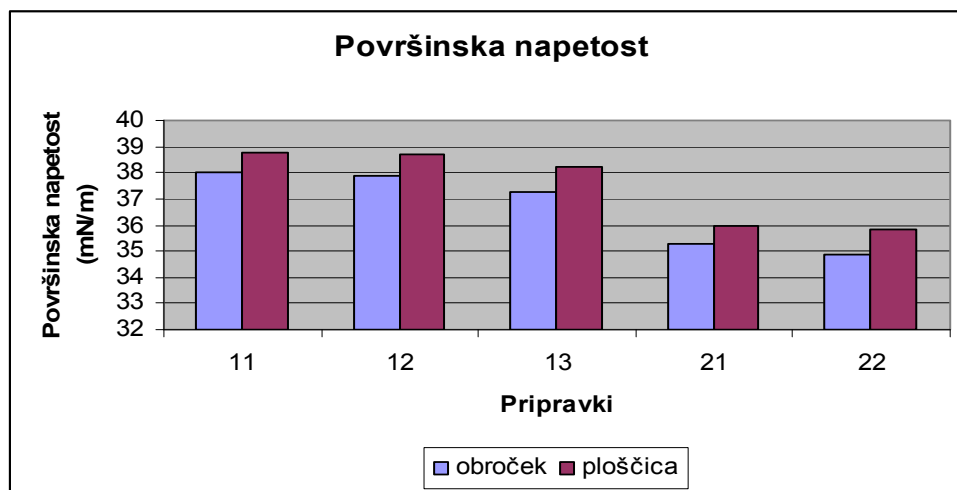
Iz grafa na sliki 12 in preglednice 4 je razvidno, da so razlike v deležih suhe snovi med prvim izvornim lužilom in pripravkoma na njegovi osnovi minimalne. Manjše razlike so

posledica dodatka 1 % oz. 5 % veziva. Preostala dva pripravka pa imata približno za polovico manjši delež suhe snovi, kot prvi trije. Pripravek 22 je imel glede na izvorno lužilo 2 (pripravek 21) nekoliko večji odstotek suhe snovi, medtem ko sta imela pripravka 12 in 13 v primerjavi z izvornim lužilom 1 (pripravek 11) ta delež nekoliko manjši.

4.2 POVRŠINSKA NAPETOST

Preglednica 5: Površinska napetost pripravkov, izmerjena po dveh različnih metodah.

POVRŠINSKA NAPETOST		
vzorec	obroček (mN/m)	ploščica (mN/m)
11	38,02	38,76
12	37,85	38,69
13	37,30	38,22
21	35,31	35,94
22	34,90	35,83



Slika 13: Površinska napetost posameznih pripravkov, izmerjena po dveh metodah.

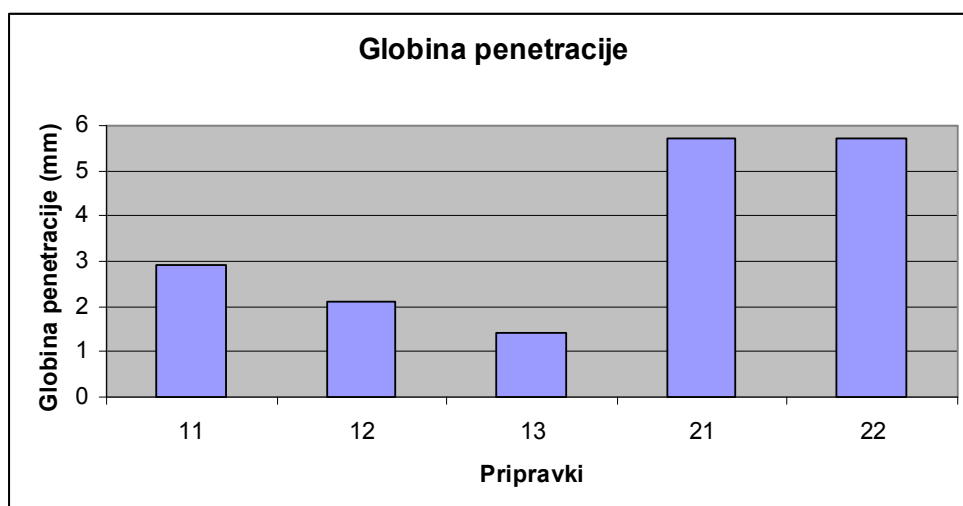
Z grafa na sliki 13 lahko razberemo, da smo z metodo s ploščico pri vseh pripravkih izmerili nekoliko višje vrednosti površinske napetosti, kot pri metodi z obročkom. Ta razlika je med posameznimi pripravki znašala približno med 0,6 mN/m in 1,0 mN/m. Prav

tako kot pri deležu suhe snovi, smo tudi pri površinski napetosti ugotovili občutnejšo razliko med vrednostmi prvih treh in zadnjih dveh pripravkov. Pri zadnjih dveh je bila površinska napetost manjša približno za 3 mN/m. Izvorno lužilo 11 je imelo malenkost večjo površinsko napetost kot pripravka 12 in 13, katerima je bilo dodano vezivo (1 % oz 5 %). Prav tako kot pri deležu suhe snovi pa je imel pripravek 22 nekoliko manjšo površinsko napetost, kot izvorno lužilo 2.

4.3 GLOBINA PENETRACIJE

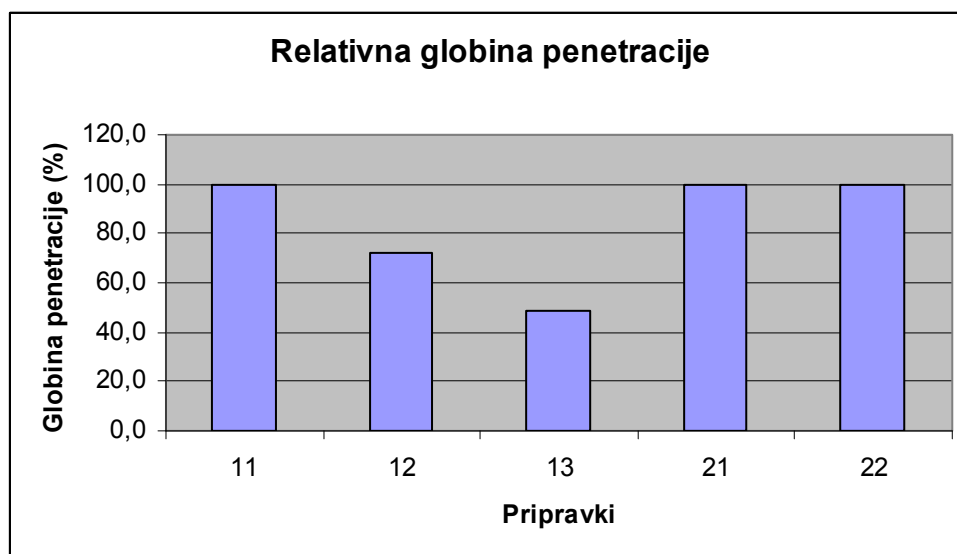
Preglednica 6: Globina penetracije posameznih pripravkov.

Globina penetracije posameznih pripravkov (mm)					
vzorec	11	12	13	21	22
a	3,5	2,0	1,0	7,0	6,5
b	2,0	2,0	1,0	5,5	6,5
c	2,0	2,0	1,5	5,5	5,5
d	3,5	2,5	2,0	4,5	4,5
e	3,5	2,0	1,5	6,0	5,5
povprečje (mm)	2,9	2,1	1,4	5,7	5,7
relativna globina penetracije	100,0	72,4	48,3	100,0	100,0



Slika 14: Globina penetracije posameznih pripravkov.

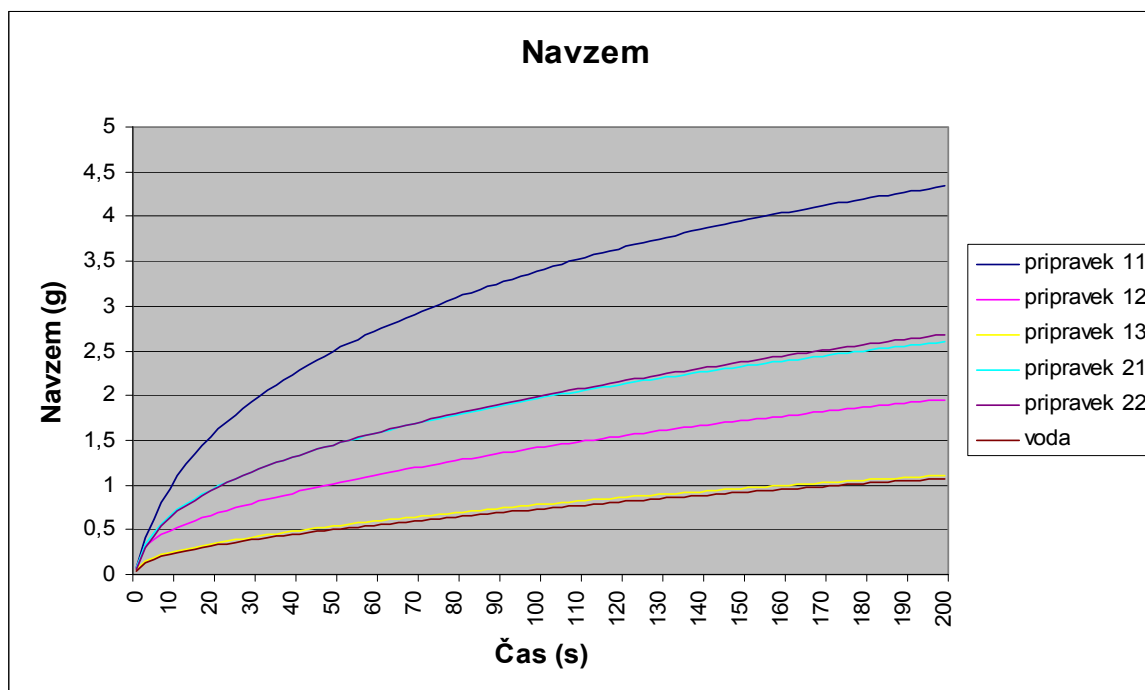
Na grafu na sliki 14 in v preglednici 6 se lepo vidi, da sta zadnja dva pripravka prodrli v les veliko globlje (5,7 mm), kot prvi trije. Opazi pa se tudi učinek dodanega veziva prvemu in drugemu izvornemu lužilu. Pri prvem prisotnost veziva (1 % oz 5 %) vpliva na globino penetracije, medtem ko pri drugem izvornem lužilu dodatek veziva (3 %) nima nobenega vpliva na penetracijo.



Slika 15: Relativna globina penetracije.

Z grafa na sliki 15, ki prikazuje relativne globine penetracije glede na penetracijo izvornega lužila, lahko vidimo, da je bila penetracija pripravka 13 približno 50 % manjša kot penetracija izvornega lužila 1 (pripravek 11), medtem ko je penetracija pripravka 12 dosegla 72,4 % penetracije izvornega lužila 1.

4.4 NAVZEM – SORPCIJA



Slika 16: Navzem lužil.

Rezultati navzema, ki so prikazani na sliki 16, so povprečja, dobljena iz petih meritev (vzorcev) za vsak pripravek. Lepo se vidi, da ima les premazan z izvornim lužilom 1 daleč največji navzem, medtem ko imata najmanjšega in hkrati zelo podobnega, gledano časovno, vzorca premazana z vodo in pripravkom 13. Krivulja, ki prikazuje navzem v odvisnosti od časa, je zelo podobna tudi pri vzorcih premazanim s pripravkom 21 in 22. Njuna vrednost je nekje na sredini, medtem ko je navzem vzorca premazanega s pripravkom 12 med manjšimi. Rezultati navzema vzorcev premazanim z različnimi lužili po 200 sekundah so podani v preglednici 7.

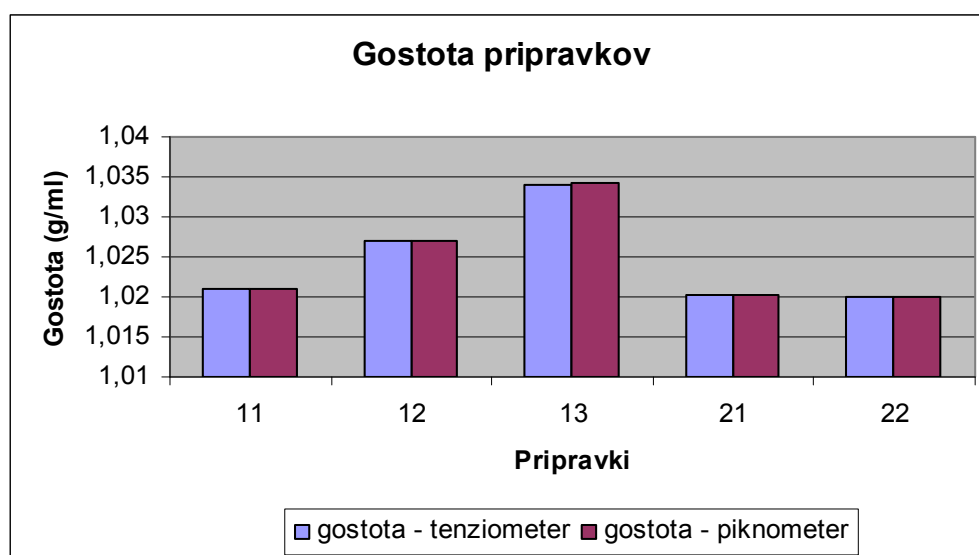
Preglednica 7: Navzem pripravkov po 200 sekundah.

Pripravek	Navzem (g)
11	4,337
12	1,955
13	1,110
21	2,603
22	2,684
voda	1,075

4.5 GOSTOTA

Preglednica 8: Gostota pripravkov, izmerjena po dveh metodah.

	Tenziometer	Piknometer
vzorec	gostota (g/ml)	gostota (g/ml)
11	1,02095	1,02101
12	1,02700	1,02709
13	1,03400	1,03413
21	1,02019	1,02022
22	1,01999	1,02000



Slika 17: Gostota lužil, izmerjena z dvema različnima napravama.

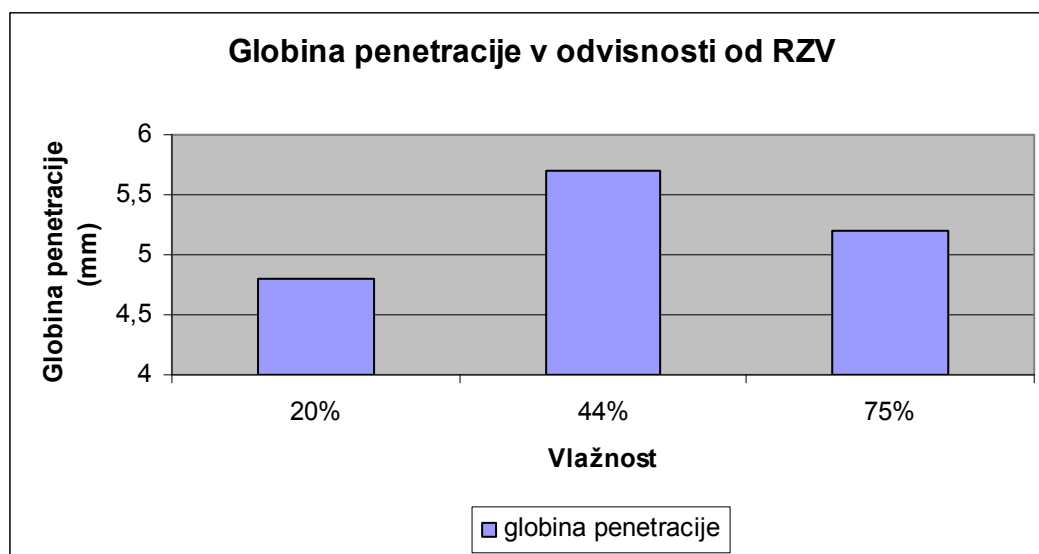
Z grafa na sliki 17 in iz preglednice 8 lahko vidimo, da smo za malenkost višje vrednosti gostote izmerili s piknometrom, vendar je ta razlika zanemarljivo majhna. Pokazalo se je, da dodatek veziva izvornemu lužilu 2 nima skoraj nikakršnega vpliva na gostoto (pripravek 22). Gostota pripravka z dodatkom veziva je bila celo nekoliko nižja, kot gostota izvornega lužila (pripravek 21). Pri prvih treh pripravkih pa je dodatek veziva na gostoto vplival. Oba pripravka z dodanim vezivom sta imela višjo gostoto od gostote izvornega lužila 1 (pripravek 11). Oba pripravka iz druge serije sta imela manjšo gostoto, kot pripravki prve serije.

4.6 VPLIV VLAGE NA PENETRACIJO

Preglednica 9: Penetracija pripravka 21 v odvisnosti od vlažnosti lesa.

Vzorec	Vlažnost lesa		
	4,5 %	8,4 %	14,4 %
1	5,5	6,5	5,0
2	5,5	6,5	6,5
3	4,0	5,5	5,5
4	4,5	4,5	4,5
5	4,5	5,5	4,5
povprečje (mm)	4,8	5,7	5,2

Test vpliva vlažnosti lesa na penetracijo lužila smo izvedli samo pri drugem izvornem lužilu (pripravek 21) in sicer pri treh različnih vlažnostih. Les je bil klimatiziran pri 20 % (4,5 %), 44 % (8,4 %) in 75 % (14,4 %) relativni zračni vlažnosti in temperaturi 20 °C.



Slika 18: Vpliv relativne zračne vlažnosti na penetracijo izvornega lužila 2 (pripravek 21).

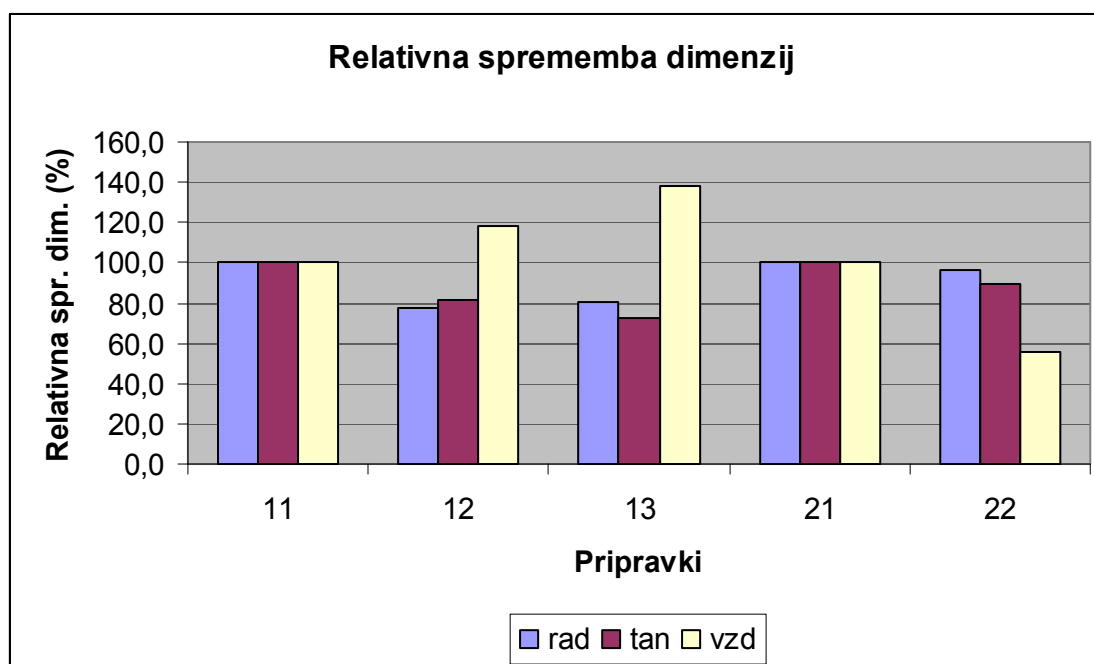
Na sliki 18 lahko opazimo, da ima vlaga velik vpliv na penetracijo lužila. Najmanjša penetracija je bila pri 20 % RZV, višja je bila pri 75 % RZV, najvišja pa pri 44 % RZV. Temperatura pri vseh klimah je bila 20 °C Tako lahko ugotovimo, da je vlažnost lesa, pri kateri lužilo najgloblje prodira v les nekje med 4,5 % in 14,4 %.

4.7 DIMENZIJSKE SPREMEMBE

Preglednica 10: Sprememba dimenzij vzorcev 15 min po potapljanju.

Sprememba dimenzij 15 min po potapljanja						
pripravek	povprečne spremembe dimenzij (mm)			relativna sprememba dimenzij (%)		
	rad.	tan.	vzd.	rad.	tan.	vzd.
11	0,40	0,55	0,08	100,0	100,0	100,0
12	0,31	0,45	0,09	77,2	81,9	117,9
13	0,32	0,40	0,11	80,2	72,8	138,5
21	0,75	1,09	0,13	100,0	100,0	100,0
22	0,72	0,97	0,07	96,3	89,2	56,1

Rezultati povprečnih sprememb dimenzij v preglednici 10 so povprečja, izmerjena na petih vzorcih za vsak pripravek



Slika 19: Relativna sprememba dimenzij vzorcev v vseh treh ksilotomskih smereh.

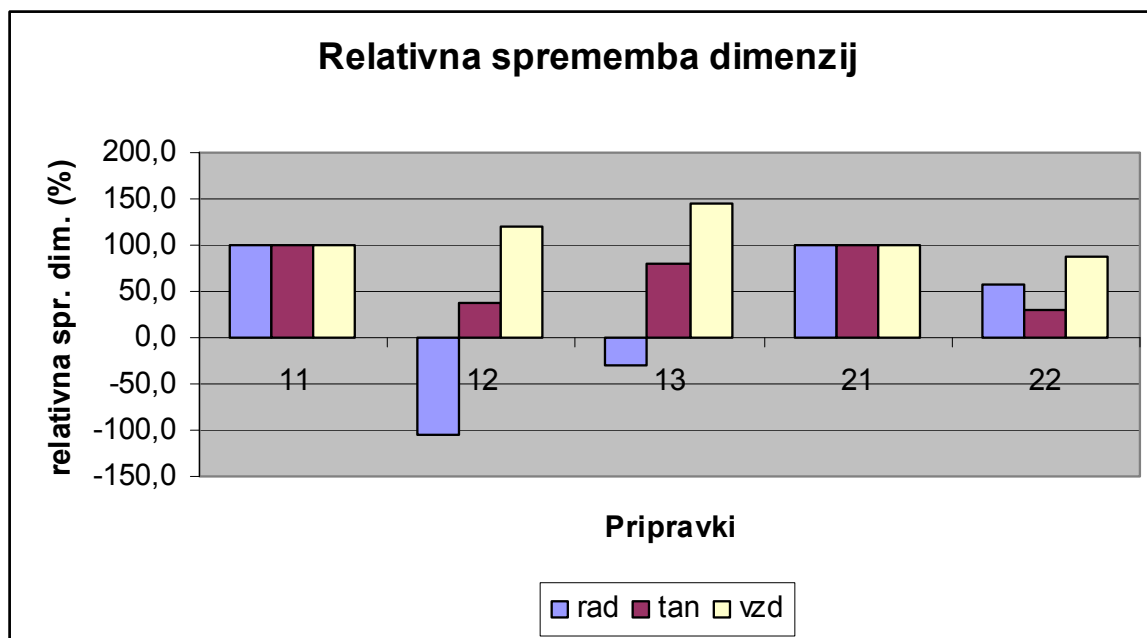
Graf na sliki 19 kaže, da je sprememba dimenzije pri pripravkih 12, 13 in 22 v večini smeri manjša kot pri izvornih lužilih. Odstopata le pripraveka 12 in 13 v vzdolžni smeri, kjer je bila sprememba dimenzije večja kot pri izvornem lužilu 1. Prav nasprotno pa je pri pripravku 22, kjer je bil nabrek v vzdolžni smeri skoraj polovico manjši kot pri izvornem

lužilu 2. V radialni in tangencialni smeri so rezultati boljši pri prvi seriji (pripravka 12 in 13), kot pri drugi (pripravek 22). Natančni podatki so podani v preglednici 10. Dimenzijske spremembe po enem tednu kondicioniranja po potapljanju so prikazane v preglednici 11.

Preglednica 11: Sprememba dimenzij vzorcev po enem tednu kondicioniranja po potapljanju.

Sprememba dimenzij po enem tednu kondicioniranja						
pripravek	povprečne spremembe dimenzij (mm)			relativna sprememba dimenzij (%)		
	rad.	tan.	vzd.	rad.	tan.	vzd.
11	-0,048	-0,052	0,072	100,0	100,0	100,0
12	0,050	-0,020	0,086	104,2	38,5	119,4
13	0,014	-0,042	0,104	29,2	80,8	144,4
21	0,070	0,086	0,090	100,0	100,0	100,0
22	0,040	0,026	0,078	57,1	30,2	86,7

Rezultati v preglednici 11 so povprečja, izmerjena na petih vzorcih za vsak pripravek.



Slika 20: Relativna sprememba dimenzij po potapljanju, po enem tednu kondicioniranja.

Relativne spremembe dimenzij so zelo velike, v primeru pripravka 12 v radialni smeri tudi več kot 200 %. Več kot za 100 % je razlika tudi pri pripravku 13, prav tako v radialni

smeri. Najmanjše odstopanje je v vzdolžni smeri pri pripravkih 12 in 22, ter v tangencialni smeri pri pripravku 13. Sicer pa dimenzijske spremembe niso tako velike, gre le za nekaj stotink milimetra. Natančni rezultati so podani v preglednici 11.

4.8 BARVA

Preglednica 12: Primerjava barvnih parametrov glede na barvo lesa, luženega z izvornima lužiloma 1 (pripravek 11) ali 2 (pripravek 22).

Primerjava pripravkov	ΔL	Δa	Δb	ΔE
11 in 12	-1,90	-1,73	-3,13	1,50
11 in 13	-1,17	-0,74	-0,58	4,05
21 in 22	-0,59	0,35	0,034	0,69

Barva luženega lesa z modificiranimi pripravki ni enaka barvi lesa, luženega z izvornima lužiloma. Barvi lesa, luženega z izvornim lužilom, se je najbolj približala barva lesa, luženega s pripravkom 22, medtem ko je bila vrednost ΔE pri pripravku 12 približno trikrat večja od vrednosti $\Delta E = 0,5$, za katero smatramo, da je barvna sprememba zanemarljiva, pri pripravku 13 pa kar nekaj več kot osemkrat.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Če primerjamo deleže suhe snovi in površinsko napetost, vidimo da je pri prvi seriji pripravkov višji tako delež suhe snovi kot površinska napetost. Vendar je razlika v deležu suhe snovi približno 50 %, medtem ko je znašala razlika v površinski napetosti le nekaj mN/m oz. približno 7 %.

Primerjali smo tudi površinsko napetost in globino penetracije posameznih pripravkov. Opazimo bistveno razliko v globini penetracije med prvo in drugo serijo. Globina penetracije prve serije pripravkov je bila veliko manjša kot druge, medtem ko je pri površinski napetosti ravno obratno. Glede na navedbe iz literature (de Maijer, 1999) naj bi bila sicer penetracija boljša pri tekočinah z višjo površinsko napetostjo. Vendar pa na globino penetracije vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so npr. viskoznost, ki je nismo določali ter tudi delež suhe snovi, velikost neraztopljenih delcev, ipd. Globina penetracije je bila v našem primeru povezana z deležem suhe snovi. Povezavo med površinsko napetostjo in globino penetracije pa bi lahko iskali znotraj prve serije, kjer je globina penetracije bila večja pri pripravku z višjo površinsko napetostjo, kar potrjuje literaturne navedbe (de Maijer, 1999; Nussbaum in sod., 1998).

Z grafov, ki prikazujejo globino penetracije (slika 14 in 15) in gostoto pripravkov (slika 17) se lepo vidi, da je globina penetracije daleč največja pri obeh pripravkih druge serije, ki imata najmanjšo gostoto. Najmanjša globina penetracije je bila izmerjena pri pripravku 13, medtem ko je bila njegova gostota največja. Povezava med gostoto in globino penetracije se ujema tudi pri pripravkih 11 in 12. Torej ima gostota velik vpliv na globino penetracije lužila.

Če primerjamo navzem in gostoto pripravkov lahko opazimo, da se v večini primerov manjša gostota odraža v večjem navzemu. Pri enaki penetraciji bi pri pripravkih z večjo gostoto seveda pričakovali višje vrednosti navzema, vendar ni tako zaradi večje globine penetracije pripravkov z višjo gostoto.

Dimenzijske spremembe (15 min po potapljanju), ki v podjetju pri izdelavi luženih pohištvenih elementov delajo največje težave, so povezane z dodatkom veziva in globino penetracije. Opazimo, da so dimenzijske spremembe pri pripravkih 21 in 22 zelo velike, prav tako pa ta dva pripravka izkazujeta tudi zelo velike globine penetracije. V tangencialni smeri so znašale dimenzijske spremembe pri debelini vzorca približno 36 mm 1,09 mm oz. 0,97 mm, v radialni smeri pa 0,75 mm oz. 0,72 mm, kar prav gotovo ni izpolnilo naših ciljev. Pri prvi seriji pripravkov so te spremembe približno pol manjše. Pri pripravku 13, katerega bi izmed teh petih zaradi najmanjših dimenzijskih sprememb kot posledica luženja tudi izbrali za nadaljnje raziskave, so dimenzijske spremembe v radialni smeri znašale 0,32 mm, v tangencialni 0,40 mm v vzdolžni pa 0,11 mm.

Barva lesa, ki je bil lužen z modificiranimi pripravki, prav v nobenem primeru ni enaka barvi lesa, luženega z izvornimi lužili. Pri prvi seriji pripravkov so barvne razlike zelo velike.

Proizvajalca pohištva bi torej najbolj zadovoljili s pripravkom 13, pri katerem dimenzijske spremembe ne odstopajo bistveno od dimenzijskih sprememb lesa, ki je lužen z izvornim lužilom, ki ga uporabljajo v proizvodnji. Da bi za izbrano lužilo dobili za proizvodnjo še bolj relevantne podatke, bi ga morali preskusiti pri večjih serijah izdelkov. Šele na podlagi teh rezultatov bi lahko lužilo še naprej izboljševali in prilagajali zahtevam proizvajalca pohištva.

5.2 SKLEPI

Ugotovili smo, da je pri prehodu od luženja bukovega lesa z lužili na osnovi organskih topil na luženje z vodnimi lužili, prevelike dimenzijske spremembe luženega lesa in s tem povezane težave pri lepljenih elementih, možno omiliti z modifikacijo formulacije vodnega lužila. Izkazalo se je, da zmanjšanje penetracije vodnega lužila v elemente iz bukovega lesa, ki je posledica prav za ta namen izbranega dodatka lužilu, zmanjša prevelike dimenzijske spremembe, do katerih pride zaradi luženja z vodnimi formulacijami. Za uspešen prenos izsledka v proizvodnjo pa so potrebni nadaljnji polindustrijski preskusi in dodatno prilagajanje sestave lužila.

6 POVZETEK

Z uvedbo uredbe, ki zahteva znižanje emisij hlapnih organskih spojin (HOS) oz. tudi že pred tem, so se podjetja, ki se ukvarjajo s površinsko obdelavo lesa, soočila s problemom okoljevarstva in s prevelikimi količinami v zrak izpuščenih hlapnih organskih spojin. Tako se je podoben problem pokazal tudi v podjetju KLI Logatec, d.d., kjer se ukvarjajo predvsem z izdelavo in obdelavo stolov, miz in oken. Večino izdelkov lužijo, in prav zaradi omenjene uredbe so morali preiti z običajnih lužil na osnovi organskih topil na vodna lužila. To pa jim je povzročilo precej težav, še posebej so se pokazali problemi pri različnem nabreku posameznih letvic znotraj lepljenih elementov.

Prvo izvorno lužilo, ki so ga uporabljali v omenjenem podjetju, smo poskušali modificirati tako, da bi dosegli manjšo penetracijo v les in s tem dosegli večjo dimenzijsko stabilnost izdelkov med postopkom luženja. Pripravili smo štiri pripravke, od katerih sta bila dva že takoj na začetku izločena, ker nista bila primerna za uporabo. Naknadno je bilo pripravljeno še drugo izvorno lužilo, kateremu smo dodali 3 % veziva. Tako smo vse meritve izvajali s petimi različnimi lužili.

Bukove vzorce kockaste oblike s stranico velikosti približno 36 mm smo potapljali v različne pripravke za 30 sekund, tako da se niso dotikali sten ali dna posode. Vzorci so bili pred potapljanjem in po njem en teden kondicionirani pri izbranih klimatskih pogojih. Da smo lahko določili dimenzijske spremembe zaradi postopka luženja, smo dimenzije v vseh treh smereh merili pred potapljanjem in 15 min po njem. Merili smo jih tudi po koncu kondicioniranja, vendar tudi te niso bistveno odstopale od dimenzij takoj po potapljanju. Nato smo vzorce prežagali tako, da smo lahko opazovali radialno površino lesa. Na delu, kjer je lužilo prodrlo najgloblje, smo izmerili globino penetracije. Le-to smo določali vizualno. Vizualna metoda se je za naše potrebe izkazala kot povsem ustrezna.

Poleg dimenzij vzorcev in globine prodora lužila smo merili še površinsko napetost, gostoto, delež suhe snovi, navzem, barvo luženega lesa ter vpliv vlage lesa na globino penetracije pripravkov ter skušali ugotoviti povezave med navedenimi lastnostmi ter njihove vplive na globino penetracije. Ugotovili smo, da so deleži suhe snovi, globina prodora lužila in dimenzijske spremembe med seboj povezani. Na podlagi vseh primerjav

in rezultatov smo se odločili, da podjetju za nadaljnje poskuse predlagamo pripravek 13, ki je bil pripravljen na osnovi prvega izvornega lužila s 5 % dodatkom veziva.

7 VIRI

Burja K. 2003. Vodni laki-korak k bolj zdravi prihodnosti. Barve govorijo, 8:3

http://www.helios.si/pdf/barve_8.pdf, (17.4. 2008)

De Maijer M. 1999. Interactions between wood and coatings with low organic solvent content. Thesis Wageningen

<http://sl.tm-kovine.si/izdelki/druga-merilna-orodja/omz-mikrometer-zunanji/>, (23.5.2008)

Kaluža N. 2004. Dvigovanje lesnih vlaken pri luženju z vodnimi lužili. Barve govorijo, 12:3; http://www.helios.si/pdf/barve_12.pdf, (17.4. 2008)

Kotnik D. 2003. Površinska obdelava v izdelavi pohištva. 2 izdaja. Brezovica, Finitura d.o.o.: 183 str.

Kovačič R. 2002. Koristni nasveti za uporabo lužil. Barve govorijo, 4:3

http://www.helios.si/pdf/barve_4.pdf, (17.4. 2008)

Kovačič R. 2002. Vodna lužila na akrilnem vezivu. Barve govorijo, 2:3

http://www.helios.si/pdf/barve_2.pdf, (17.4. 2008)

Močnik M. 2002. UV utrjujoči laki. Barve govorijo, 2.:3

http://www.helios.si/pdf/barve_2.pdf, (17.4. 2008)

Nussbaum R.M., Sutcliffe, E.J., Hellgren, A.C. 1998. Microautoradiographic studies of the penetration alkyd, alkyd emulsion and linseed oil coatings into wood. *Jurnal of Coatings Tehnology*, 70, 878: 49-57

SIST EN ISO 2811-1 2002. Paints and varnishes – Determination of density – Part 1: Pyknometer method.

Šlibar M. 2004. Korak k bolj zdravi prihodnosti (nadaljevanje-2. del). Barve govorijo, 9:3

http://www.helios.si/pdf/barve_9.pdf, (17.4. 2008)

Tensiometer K100, Krüss GmbH, Hamburg 2001-2005

<http://www.kruss.info/>, (17.7. 2008)

Uredba o mejnih vrednostih emisije hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav, v katerih se uporabljajo organska topila. UR.l. RS št. 112-4927/05, (12051str.).

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o mejnih vrednostih emisije hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav, v katerih se uporabljajo organska topila. UR.l. RS št. 37-1987/07, (5230 str.).

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomske naloge bi se zahvalil prof. dr. Marku Petriču, ki me je vodil in mi pomagal pri pisanju diplomskega dela. Prav tako bi se zahvalil tudi asistentu Matjažu Pavliču, ki mi je stal ob strani pri eksperimentalnem delu naloge. Zahvala pa gre tudi staršem, ki so mi omogočili študij.

PRILOGE

Priloga 1: Dimenzije vzorcev

11

vzorec	dimenzije pred potapljanjem (mm)			dimenzije po 15 min sušenja (mm)			sprememba dimenzije (%)			sprememba dimenzije (mm)		
	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd
A8	35,42	34,69	36,03	35,84	35,30	36,11	1,19	1,76	0,22	0,42	0,61	0,08
B7	35,67	35,39	35,93	35,99	35,78	36,01	0,90	1,10	0,22	0,32	0,39	0,08
C7	35,52	35,30	36,03	35,88	35,81	36,12	1,01	1,44	0,25	0,36	0,51	0,09
D6	35,49	35,28	36,11	35,85	35,98	36,18	1,01	1,98	0,19	0,36	0,70	0,07
E6	35,40	35,22	36,10	35,96	35,77	36,17	1,58	1,56	0,19	0,56	0,55	0,07
	Povprečna sprememba dimenzije						1,14	1,57	0,22	0,40	0,55	0,08
	Relativna sprememba dimenzije						100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

vzorec	dimenzije pred potapljanjem (mm)			dim. po 1 tednu klimatizacije (mm)			sprememba dimenzije (%)			sprememba dimenzije (mm)		
	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd
A8	35,42	34,69	36,03	35,39	34,69	36,13	-0,08	0,00	0,28	-0,03	0,00	0,10
B7	35,67	35,39	35,93	35,64	35,33	35,99	-0,08	-0,17	0,17	-0,03	-0,06	0,06
C7	35,52	35,3	36,03	35,47	35,2	36,10	-0,14	-0,28	0,19	-0,05	-0,10	0,07
D6	35,49	35,28	36,11	35,42	35,19	36,19	-0,20	-0,26	0,22	-0,07	-0,09	0,08
E6	35,40	35,22	36,10	35,34	35,21	36,15	-0,17	-0,03	0,14	-0,06	-0,01	0,05
	Povprečna sprememba dimenzije						-0,14	-0,15	0,20	-0,05	-0,05	0,07
	Relativna sprememba dimenzije						100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

12

vzorec	dimenzije pred potapljanjem (mm)			dimenzije po 15 min sušenja (mm)			sprememba dimenzije (%)			sprememba dimenzije (mm)		
	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd
A7	35,33	34,75	35,99	35,6	35,18	36,06	0,76	1,24	0,19	0,27	0,43	0,07
B6	35,68	35,39	36,05	35,96	35,74	36,14	0,78	0,99	0,25	0,28	0,35	0,09
C6	35,47	35,27	36,07	35,80	35,67	36,15	0,93	1,13	0,22	0,33	0,40	0,08
D5	35,55	35,25	36,04	35,84	35,81	36,18	0,82	1,59	0,39	0,29	0,56	0,14
E5	35,31	35,14	36,08	35,70	35,66	36,16	1,10	1,48	0,22	0,39	0,52	0,08
	Povprečna sprememba dimenzije						0,88	1,29	0,26	0,31	0,45	0,09
	Relativna sprememba dimenzije						77,29	81,89	117,92	77,23	81,88	117,95

vzorec	dimenzije pred potapljanjem (mm)			dim. po 1 tednu klimatizacije (mm)			sprememba dimenzije (%)			sprememba dimenzije (mm)		
	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd
A7	35,33	34,75	35,99	35,41	34,69	36,06	0,23	-0,17	0,19	0,08	-0,06	0,07
B6	35,68	35,39	36,05	35,74	35,40	36,14	0,17	0,03	0,25	0,06	0,01	0,09
C6	35,47	35,27	36,07	35,54	35,23	36,15	0,20	-0,11	0,22	0,07	-0,04	0,08
D5	35,55	35,25	36,04	35,55	35,23	36,13	0,00	-0,06	0,25	0,00	-0,02	0,09
E5	35,31	35,14	36,08	35,35	35,15	36,18	0,11	0,03	0,28	0,04	0,01	0,10
	Povprečna sprememba dimenzije						0,14	-0,06	0,24	0,05	-0,02	0,09
	Relativna sprememba dimenzije						-104,28	38,85	119,42	-104,17	38,46	119,44

22

vzorec	dimenzije pred potapljanjem (mm)			dimenzije po 15 min sušenja (mm)			sprememba dimenzije (%)			sprememba dimenzije (mm)		
	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd
152	34,96	34,89	35,30	35,68	35,92	35,38	2,06	2,95	0,23	0,72	1,03	0,08
162	34,90	34,76	35,32	35,74	35,87	35,42	2,41	3,19	0,28	0,84	1,11	0,10
172	34,80	34,82	35,30	35,47	35,72	35,31	1,93	2,58	0,03	0,67	0,90	0,01
182	34,99	34,87	35,29	35,64	35,69	35,38	1,86	2,35	0,26	0,65	0,82	0,09
192	35,04	34,68	35,27	35,76	35,69	35,36	2,05	2,91	0,26	0,72	1,01	0,09
	Povprečna sprememba dimenzije						2,06	2,80	0,21	0,72	0,97	0,07
	Relativna sprememba dimenzije						96,25	89,11	56,05	96,26	89,19	56,06

vzorec	dimenzije pred potapljanjem (mm)			dim. po 1 tednu klimatizacije (mm)			sprememba dimenzije (%)			sprememba dimenzije (mm)		
	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd	rad	tan	vzd
152	34,96	34,89	35,30	35,00	34,93	35,39	0,11	0,11	0,25	0,04	0,04	0,09
162	34,90	34,76	35,32	34,94	34,80	35,42	0,11	0,12	0,28	0,04	0,04	0,10
172	34,80	34,82	35,30	34,82	34,85	35,33	0,06	0,09	0,08	0,02	0,03	0,03
182	34,99	34,87	35,29	35,03	34,88	35,37	0,11	0,03	0,23	0,04	0,01	0,08
192	35,04	34,68	35,27	35,10	34,69	35,36	0,17	0,03	0,26	0,06	0,01	0,09
	Povprečna sprememba dimenzije						0,11	0,07	0,22	0,04	0,03	0,08
	Relativna sprememba dimenzije						57,25	30,27	86,87	57,14	30,23	86,67

Priloga 2: Podatki za suho snov

11

vzorec	masa (g)			suha snov (%)
	steklo	mokro lužilo	steklo + s. lužilo	
111	32,155	1,070	32,325	15,9
112	32,380	1,058	32,553	16,4
113	32,741	1,068	32,918	16,6
			povprečje	16,3

12

vzorec	masa (g)			suha snov (%)
	steklo	mokro lužilo	steklo + s. lužilo	
121	33,924	1,052	34,087	15,5
122	32,340	1,052	32,505	15,7
123	34,036	1,064	34,203	15,7
			povprečje	15,6

13

vzorec	masa (g)			suha snov (%)
	steklo	mokro lužilo	steklo + s. lužilo	
131	32,186	1,039	32,334	14,2
132	31,996	1,048	32,161	15,7
133	31,905	1,063	32,070	15,5
			povprečje	15,2

21

vzorec	masa (g)			suha snov (%)
	steklo	mokro lužilo	steklo + s. lužilo	
211	31,539	1,091	31,626	8,0
212	31,495	1,058	31,578	7,8
213	32,907	1,081	32,991	7,8
			povprečje	7,9

22

vzorec	masa (g)			suha snov (%)
	steklo	mokro lužilo	steklo + s. lužilo	
221	32,362	1,030	32,446	8,2
222	31,606	1,080	31,694	8,1
223	32,351	1,044	32,434	8,0
			povprečje	8,1

Priloga 3: Povprečni navzemi pripravkov (v g)

št.	čas [s]	pripr. 11	pripr. 12	pripr. 13	pripr. 21	pripr. 22	voda
1	0,01	0,081236	0,08118	0,051756	0,076352	0,061064	0,039436
2	2,04	0,406514	0,317744	0,152994	0,329514	0,303948	0,134812
3	4,21	0,616430	0,396096	0,18983	0,468908	0,438302	0,172136
4	6,25	0,804222	0,446214	0,217846	0,569214	0,540466	0,203338
5	8,09	0,963496	0,491744	0,242242	0,656284	0,630688	0,227154
6	10,32	1,112222	0,530646	0,264300	0,727614	0,705532	0,248108
7	12,21	1,231470	0,566972	0,285082	0,789676	0,771110	0,266596
8	14,32	1,341958	0,599482	0,304772	0,845498	0,829636	0,284614
9	16,21	1,446202	0,631318	0,321942	0,896894	0,882524	0,300154
10	18,22	1,536000	0,660718	0,338852	0,943126	0,933248	0,31555
11	20,23	1,623288	0,689362	0,356300	0,990190	0,979672	0,331148
12	22,48	1,710160	0,718080	0,372016	1,033804	1,026610	0,344618
13	24,41	1,787254	0,744182	0,387006	1,073522	1,066924	0,358906

14	26,56	1,859370	0,768538	0,401022	1,108352	1,104556	0,371972
15	28,38	1,926802	0,792992	0,415228	1,14559	1,141974	0,384376
16	30,43	1,991626	0,817722	0,429762	1,18136	1,178316	0,396782
17	32,41	2,055248	0,840754	0,44261	1,213282	1,212124	0,40942
18	34,49	2,115922	0,862818	0,455888	1,245468	1,24592	0,421956
19	36,41	2,174586	0,886152	0,468794	1,278176	1,2763	0,433092
20	38,58	2,23387	0,906806	0,481342	1,308488	1,308052	0,444284
21	40,54	2,2858	0,928834	0,49333	1,338226	1,337676	0,456108
22	42,55	2,34272	0,94956	0,505476	1,366754	1,368072	0,466878
23	44,47	2,394736	0,97026	0,517852	1,395452	1,395958	0,47796
24	46,63	2,441454	0,99047	0,52909	1,421416	1,423778	0,488514
25	48,7	2,49045	1,010442	0,540454	1,448382	1,450186	0,498486
26	50,63	2,538096	1,029636	0,552046	1,47433	1,476526	0,508796
27	52,56	2,583308	1,047666	0,562312	1,49884	1,502526	0,51967
28	54,62	2,627292	1,066682	0,573454	1,523228	1,527508	0,529766
29	56,63	2,670406	1,085234	0,583704	1,547634	1,552892	0,53961
30	58,87	2,71258	1,10248	0,594138	1,571622	1,576594	0,549566
31	60,62	2,75346	1,120786	0,604548	1,595052	1,5999	0,559268
32	62,7	2,795172	1,138382	0,615124	1,618948	1,624608	0,569648
33	64,82	2,835362	1,15602	0,625222	1,642388	1,64758	0,578052
34	66,82	2,872902	1,172196	0,635148	1,662384	1,66968	0,587944
35	68,94	2,91112	1,189552	0,64472	1,684576	1,691548	0,597546
36	70,95	2,94735	1,205644	0,65451	1,70515	1,713364	0,606664
37	72,83	2,981876	1,222126	0,664262	1,726348	1,734164	0,615326
38	74,86	3,01764	1,237882	0,673372	1,747022	1,755126	0,624704
39	76,86	3,051396	1,253456	0,682626	1,767032	1,775318	0,633668
40	78,82	3,08459	1,26895	0,69174	1,786054	1,79596	0,642088
41	80,82	3,118714	1,283772	0,7009	1,804886	1,815456	0,6511
42	83,09	3,152516	1,300856	0,710232	1,825106	1,836404	0,659956
43	85,09	3,18341	1,314856	0,719624	1,84415	1,855426	0,668772
44	86,99	3,213524	1,329934	0,727786	1,861666	1,875206	0,677324
45	88,92	3,244098	1,344532	0,736298	1,880124	1,894516	0,686008
46	91,01	3,275278	1,358588	0,744864	1,897302	1,912232	0,694314
47	93,08	3,303598	1,373046	0,753314	1,914682	1,930206	0,70305
48	95,05	3,331566	1,386924	0,761632	1,932286	1,948354	0,711328
49	97,03	3,359922	1,401052	0,769828	1,94921	1,966422	0,71949
50	99,02	3,387708	1,414642	0,778272	1,96572	1,983748	0,727932
51	101,16	3,415614	1,428594	0,786706	1,982716	2,002748	0,735904
52	103,11	3,442106	1,442362	0,794866	1,999376	2,019856	0,744742
53	105,21	3,468014	1,455558	0,802696	2,015592	2,037636	0,752474
54	107,25	3,493586	1,46855	0,81041	2,030518	2,054474	0,760448
55	109,22	3,519502	1,481712	0,818252	2,046118	2,070848	0,769038
56	111,22	3,543608	1,494352	0,826118	2,061568	2,087214	0,776016
57	113,48	3,569266	1,507134	0,83359	2,076572	2,103594	0,7844
58	115,21	3,591794	1,519532	0,841162	2,090906	2,119562	0,7919
59	117,21	3,615314	1,532052	0,848796	2,105666	2,135736	0,79939
60	119,21	3,638312	1,54429	0,85613	2,120566	2,151128	0,807004

61	121,35	3,662344	1,556774	0,863824	2,135178	2,167822	0,814856
62	123,56	3,684856	1,569386	0,871024	2,150242	2,183826	0,822884
63	125,47	3,707052	1,58128	0,878198	2,163752	2,198984	0,83072
64	127,43	3,728138	1,592758	0,885232	2,178424	2,21394	0,838148
65	129,41	3,750478	1,604486	0,892546	2,192256	2,229008	0,845146
66	131,48	3,771104	1,61625	0,899658	2,205092	2,24452	0,852626
67	133,42	3,791476	1,627298	0,90631	2,218546	2,258452	0,859688
68	135,42	3,811686	1,638896	0,913482	2,232568	2,273148	0,866874
69	137,49	3,832066	1,650212	0,920386	2,245234	2,287412	0,874092
70	139,54	3,852086	1,66099	0,926846	2,258168	2,30154	0,881116
71	141,42	3,872212	1,672226	0,933994	2,272596	2,315494	0,888182
72	143,63	3,8922	1,683578	0,941004	2,284502	2,330948	0,895518
73	145,71	3,910368	1,694872	0,947322	2,297262	2,345194	0,902666
74	147,63	3,929248	1,705188	0,954028	2,310104	2,358008	0,909284
75	149,62	3,948098	1,71601	0,960574	2,322432	2,372294	0,91626
76	151,74	3,966212	1,726476	0,96698	2,33443	2,385952	0,922876
77	153,59	3,983878	1,7368	0,973524	2,346272	2,399382	0,929944
78	155,62	4,001436	1,747108	0,97972	2,35877	2,412728	0,936238
79	157,64	4,018832	1,757574	0,986062	2,370494	2,426002	0,94298
80	159,74	4,036326	1,76754	0,992322	2,381852	2,439028	0,949532
81	161,7	4,054108	1,778088	0,998874	2,39452	2,452564	0,956876
82	163,71	4,07078	1,788276	1,004984	2,406132	2,46626	0,963836
83	165,82	4,086804	1,798302	1,011318	2,417294	2,478498	0,970024
84	167,95	4,103486	1,807858	1,017306	2,42985	2,49175	0,976582
85	169,72	4,119552	1,817554	1,023376	2,441104	2,504182	0,983136
86	171,82	4,134668	1,827708	1,02957	2,452184	2,516584	0,989698
87	173,95	4,150722	1,837316	1,035594	2,463396	2,529012	0,995964
88	175,84	4,166508	1,846204	1,041396	2,474244	2,54133	1,002496
89	177,82	4,181212	1,85638	1,047234	2,4853	2,554034	1,00853
90	179,97	4,196074	1,865366	1,053092	2,496414	2,566274	1,014914
91	182,18	4,212842	1,87497	1,059008	2,507732	2,578602	1,021548
92	183,86	4,22552	1,884402	1,064984	2,518914	2,591344	1,027824
93	185,93	4,24047	1,893564	1,07087	2,529728	2,60296	1,033794
94	188,03	4,25484	1,902882	1,076522	2,540376	2,61441	1,039824
95	190,12	4,268758	1,911722	1,081964	2,55081	2,626334	1,045776
96	191,95	4,282378	1,92051	1,087902	2,561544	2,638312	1,051786
97	194,02	4,2965	1,929394	1,093236	2,572008	2,649456	1,057526
98	196,02	4,31002	1,938486	1,098614	2,582784	2,661044	1,06368
99	198,08	4,323882	1,947146	1,104162	2,592906	2,67232	1,069672
100	200,08	4,33692	1,955484	1,10961	2,602898	2,683636	1,075314

Priloga 4: Navzem za pripravek 11

št.	čas [s]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	povprečje
1	0,01	-0,00544	0,0895	0,04823	0,08086	0,19303	0,08124
2	2,04	0,13011	0,43047	0,24005	0,35882	0,87312	0,40651
3	4,21	0,22114	0,70189	0,34705	0,55201	1,26006	0,61643
4	6,25	0,29436	0,91901	0,44169	0,72026	1,64579	0,80422
5	8,09	0,35368	1,11504	0,52678	0,89407	1,92791	0,96350
6	10,32	0,42271	1,30383	0,60439	1,05709	2,17309	1,11222
7	12,21	0,4763	1,44239	0,67886	1,20189	2,35791	1,23147
8	14,32	0,53751	1,57065	0,74328	1,33254	2,52581	1,34196
9	16,21	0,58742	1,68535	0,80985	1,47195	2,67644	1,44620
10	18,22	0,64043	1,76807	0,86792	1,5948	2,80878	1,53600
11	20,23	0,6951	1,85234	0,92698	1,70544	2,93658	1,62329
12	22,48	0,75278	1,9181	0,99265	1,82855	3,05872	1,71016
13	24,41	0,80078	1,98821	1,04123	1,9237	3,18235	1,78725
14	26,56	0,8543	2,03785	1,09596	2,0263	3,28244	1,85937
15	28,38	0,89694	2,08588	1,15059	2,12733	3,37327	1,92680
16	30,43	0,94701	2,13452	1,19607	2,20948	3,47105	1,99163
17	32,41	0,99466	2,1808	1,24535	2,29481	3,56062	2,05525
18	34,49	1,04446	2,21844	1,29438	2,37653	3,6458	2,11592
19	36,41	1,08843	2,25735	1,33898	2,46042	3,72775	2,17459
20	38,58	1,13915	2,29713	1,39035	2,52938	3,81334	2,23387
21	40,54	1,1845	2,33098	1,42864	2,60153	3,88335	2,28580
22	42,55	1,22852	2,36509	1,47356	2,6809	3,96553	2,34272
23	44,47	1,27048	2,4015	1,51654	2,74657	4,03859	2,39474
24	46,63	1,31719	2,43163	1,55543	2,80184	4,10118	2,44145
25	48,7	1,36183	2,45944	1,5954	2,86567	4,16991	2,49045
26	50,63	1,40184	2,48983	1,63571	2,92637	4,23673	2,53810
27	52,56	1,44125	2,51917	1,67361	2,98539	4,29712	2,58331
28	54,62	1,48268	2,54742	1,71051	3,03766	4,35819	2,62729
29	56,63	1,52185	2,57363	1,748	3,09077	4,41778	2,67041
30	58,87	1,5651	2,59807	1,78224	3,14149	4,476	2,71258
31	60,62	1,59872	2,62303	1,81766	3,19523	4,53266	2,75346
32	62,7	1,63829	2,65103	1,85376	3,24307	4,58971	2,79517
33	64,82	1,67682	2,67173	1,88877	3,28953	4,64996	2,83536
34	66,82	1,71299	2,69418	1,92361	3,33587	4,69786	2,87290
35	68,94	1,75175	2,7182	1,95735	3,37954	4,74876	2,91112
36	70,95	1,78712	2,73982	1,98917	3,42064	4,8	2,94735
37	72,83	1,81902	2,7605	2,01787	3,46591	4,84608	2,98188
38	74,86	1,85432	2,7829	2,04855	3,50349	4,89894	3,01764
39	76,86	1,8878	2,80271	2,07976	3,54349	4,94322	3,05140
40	78,82	1,91953	2,8219	2,11112	3,58369	4,98671	3,08459
41	80,82	1,95178	2,84292	2,13946	3,62359	5,03582	3,11871
42	83,09	1,98886	2,86223	2,17028	3,66639	5,07482	3,15252
43	85,09	2,02014	2,88192	2,19977	3,69856	5,11666	3,18341

44	86,99	2,0488	2,90117	2,22534	3,73303	5,15928	3,21352
45	88,92	2,07991	2,91782	2,25256	3,76808	5,20212	3,24410
46	91,01	2,11042	2,93689	2,28163	3,80649	5,24096	3,27528
47	93,08	2,14111	2,95369	2,30663	3,83732	5,27924	3,30360
48	95,05	2,16852	2,97169	2,3321	3,87	5,31552	3,33157
49	97,03	2,19665	2,98768	2,3581	3,90306	5,35412	3,35992
50	99,02	2,22469	3,00561	2,38519	3,93305	5,39	3,38771
51	101,16	2,25425	3,02084	2,40759	3,96867	5,42672	3,41561
52	103,11	2,27979	3,03799	2,43675	3,99493	5,46107	3,44211
53	105,21	2,30742	3,05443	2,45729	4,02564	5,49529	3,46801
54	107,25	2,3342	3,06873	2,4816	4,05465	5,52875	3,49359
55	109,22	2,35882	3,08429	2,50544	4,08636	5,5626	3,51950
56	111,22	2,38374	3,09945	2,52978	4,11334	5,59173	3,54361
57	113,48	2,41273	3,11553	2,55142	4,13977	5,62688	3,56927
58	115,21	2,43337	3,12909	2,57312	4,16548	5,65791	3,59179
59	117,21	2,45787	3,14454	2,59661	4,19182	5,68573	3,61531
60	119,21	2,48197	3,1585	2,6173	4,21844	5,71535	3,63831
61	121,35	2,50733	3,17225	2,63759	4,2477	5,74685	3,66234
62	123,56	2,53294	3,18733	2,65942	4,26944	5,77515	3,68486
63	125,47	2,55459	3,20331	2,68071	4,29374	5,80291	3,70705
64	127,43	2,57603	3,21457	2,70156	4,31796	5,83057	3,72814
65	129,41	2,598	3,22839	2,72257	4,34225	5,86118	3,75048
66	131,48	2,62065	3,24199	2,74056	4,36529	5,88703	3,77110
67	133,42	2,64121	3,25637	2,75965	4,38803	5,91212	3,79148
68	135,42	2,66241	3,26929	2,7796	4,41047	5,93666	3,81169
69	137,49	2,68436	3,28108	2,79862	4,43422	5,96205	3,83207
70	139,54	2,70562	3,29417	2,8164	4,45526	5,98898	3,85209
71	141,42	2,72427	3,30729	2,83581	4,47906	6,01463	3,87221
72	143,63	2,74662	3,31967	2,85522	4,49854	6,04095	3,89220
73	145,71	2,76677	3,33192	2,87242	4,51861	6,06212	3,91037
74	147,63	2,78498	3,3445	2,88953	4,5406	6,08663	3,92925
75	149,62	2,80424	3,35656	2,90765	4,56134	6,1107	3,94810
76	151,74	2,82387	3,36812	2,92517	4,58104	6,13286	3,96621
77	153,59	2,84092	3,38123	2,94251	4,59957	6,15516	3,98388
78	155,62	2,85999	3,39219	2,95919	4,61867	6,17714	4,00144
79	157,64	2,87818	3,4038	2,97618	4,63745	6,19855	4,01883
80	159,74	2,89654	3,41499	2,9932	4,65668	6,22022	4,03633
81	161,7	2,91374	3,42662	3,00954	4,67715	6,24349	4,05411
82	163,71	2,93083	3,43946	3,02671	4,6947	6,2622	4,07078
83	165,82	2,94844	3,45017	3,0419	4,71103	6,28248	4,08680
84	167,95	2,96674	3,46067	3,05847	4,72931	6,30224	4,10349
85	169,72	2,98128	3,47189	3,07517	4,74691	6,32251	4,11955
86	171,82	2,99782	3,48244	3,08908	4,76291	6,34109	4,13467
87	173,95	3,01498	3,49275	3,10603	4,77983	6,36002	4,15072
88	175,84	3,02974	3,50308	3,12015	4,79782	6,38175	4,16651
89	177,82	3,04537	3,51431	3,13428	4,81438	6,39772	4,18121
90	179,97	3,06155	3,52481	3,14896	4,8292	6,41585	4,19607

91	182,18	3,0787	3,53637	3,16525	4,84746	6,43643	4,21284
92	183,86	3,09108	3,54488	3,17766	4,86201	6,45197	4,22552
93	185,93	3,10663	3,55575	3,19253	4,87795	6,46949	4,24047
94	188,03	3,12187	3,5663	3,205	4,8943	6,48673	4,25484
95	190,12	3,13671	3,57568	3,21897	4,9081	6,50433	4,26876
96	191,95	3,14984	3,58494	3,2331	4,92298	6,52103	4,28238
97	194,02	3,16457	3,59511	3,24623	4,93889	6,5377	4,29650
98	196,02	3,17848	3,60514	3,25961	4,9528	6,55407	4,31002
99	198,08	3,19285	3,61436	3,27375	4,96833	6,57012	4,32388
100	200,08	3,20651	3,62377	3,28588	4,982	6,58644	4,33692

Priloga 5: Navzem za pripravek 12

št.	čas [s]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	povprečje
1	0,02	0,05697	0,08038	0,1385	0,07077	0,05928	0,08118
2	2,2	0,17125	0,19884	0,83493	0,22338	0,16032	0,317744
3	4,34	0,22667	0,26674	0,97503	0,30929	0,20275	0,396096
4	6,26	0,2639	0,31476	1,03421	0,37248	0,24572	0,446214
5	8,1	0,29614	0,35553	1,09601	0,43503	0,27601	0,491744
6	10,2	0,32949	0,38782	1,14701	0,48228	0,30663	0,530646
7	12,21	0,35914	0,4172	1,19285	0,52804	0,33763	0,566972
8	14,21	0,38739	0,44742	1,23173	0,56646	0,36441	0,599482
9	16,21	0,41416	0,47368	1,26984	0,60737	0,39154	0,631318
10	18,27	0,44135	0,49784	1,30717	0,64209	0,41514	0,660718
11	20,22	0,46549	0,52443	1,33979	0,67488	0,44222	0,689362
12	22,33	0,49147	0,54561	1,37688	0,71013	0,46631	0,71808
13	24,58	0,51755	0,57024	1,40536	0,74156	0,4862	0,744182
14	26,36	0,53755	0,58994	1,43423	0,77178	0,50919	0,768538
15	28,32	0,55966	0,61077	1,46396	0,80074	0,52983	0,792992
16	30,4	0,58242	0,6319	1,49289	0,82962	0,55178	0,817722
17	32,51	0,60459	0,65165	1,51996	0,85557	0,572	0,840754
18	34,4	0,62485	0,67034	1,54511	0,88191	0,59188	0,862818
19	36,41	0,64566	0,69001	1,57259	0,90943	0,61307	0,886152
20	38,48	0,66655	0,70766	1,59671	0,93221	0,6309	0,906806
21	40,41	0,68563	0,72858	1,6201	0,96003	0,64983	0,928834
22	42,49	0,70598	0,74438	1,64615	0,98163	0,66966	0,94956
23	44,5	0,7253	0,76186	1,66959	1,0045	0,69005	0,97026
24	46,76	0,74607	0,781	1,6924	1,02779	0,70509	0,99047
25	48,71	0,76463	0,79787	1,71585	1,04983	0,72403	1,010442
26	50,52	0,78066	0,8131	1,7386	1,07221	0,74361	1,029636
27	52,6	0,79886	0,82931	1,75908	1,09243	0,75865	1,047666
28	54,6	0,81666	0,84668	1,78012	1,11456	0,77539	1,066682
29	56,72	0,83549	0,86258	1,80104	1,13315	0,79391	1,085234
30	58,6	0,85151	0,87697	1,82199	1,15373	0,8082	1,10248
31	60,74	0,86981	0,89464	1,84146	1,17312	0,8249	1,120786
32	62,72	0,88663	0,9099	1,86257	1,19142	0,84139	1,138382

33	64,8	0,90371	0,92348	1,88347	1,21177	0,85767	1,15602
34	66,8	0,91999	0,93874	1,90026	1,23012	0,87187	1,172196
35	68,87	0,93666	0,95393	1,91976	1,24961	0,8878	1,189552
36	70,87	0,95257	0,96702	1,94066	1,26582	0,90215	1,205644
37	72,86	0,9683	0,98231	1,95813	1,28308	0,91881	1,222126
38	74,8	0,98293	0,99579	1,97603	1,30162	0,93304	1,237882
39	76,86	0,99915	1,00978	1,99305	1,31848	0,94682	1,253456
40	78,87	1,01405	1,02348	2,01065	1,3344	0,96217	1,26895
41	80,81	1,02836	1,03694	2,02796	1,34995	0,97565	1,283772
42	83,1	1,04554	1,05265	2,04687	1,3675	0,99172	1,300856
43	84,95	1,05864	1,06416	2,06241	1,38528	1,00379	1,314856
44	87	1,07326	1,0778	2,08096	1,39967	1,01798	1,329934
45	89,1	1,08834	1,09167	2,0966	1,41468	1,03137	1,344532
46	91,02	1,10193	1,10346	2,11213	1,43084	1,04458	1,358588
47	93,02	1,11563	1,11664	2,12804	1,44657	1,05835	1,373046
48	95,02	1,12932	1,1296	2,14389	1,46082	1,07099	1,386924
49	97,01	1,14284	1,14135	2,16069	1,47652	1,08386	1,401052
50	99,16	1,15657	1,15359	2,17544	1,48996	1,09765	1,414642
51	101,09	1,16976	1,16636	2,19235	1,50554	1,10896	1,428594
52	103,2	1,18349	1,17896	2,20744	1,5197	1,12222	1,442362
53	105,2	1,19654	1,19173	2,22093	1,53356	1,13503	1,455558
54	107,26	1,20981	1,20209	2,23615	1,54802	1,14668	1,46855
55	109,26	1,22228	1,21424	2,25178	1,56157	1,15869	1,481712
56	111,13	1,23382	1,22596	2,26543	1,57581	1,17074	1,494352
57	113,21	1,24664	1,23835	2,27838	1,58907	1,18323	1,507134
58	115,2	1,25916	1,24923	2,2929	1,60197	1,1944	1,519532
59	117,2	1,27157	1,26013	2,30729	1,61524	1,20603	1,532052
60	119,37	1,28441	1,27109	2,32034	1,62772	1,21789	1,54429
61	121,33	1,2962	1,28263	2,3344	1,64145	1,22919	1,556774
62	123,25	1,30741	1,29395	2,34936	1,65497	1,24124	1,569386
63	125,64	1,3212	1,3048	2,36154	1,66743	1,25143	1,58128
64	127,42	1,33121	1,316	2,3741	1,67975	1,26273	1,592758
65	129,34	1,34225	1,32717	2,38752	1,69142	1,27407	1,604486
66	131,59	1,35507	1,33703	2,40118	1,703	1,28497	1,61625
67	133,42	1,36537	1,34797	2,41299	1,71504	1,29512	1,627298
68	135,57	1,37731	1,35832	2,42552	1,72737	1,30596	1,638896
69	137,64	1,38865	1,36902	2,43841	1,7387	1,31628	1,650212
70	139,41	1,39832	1,37921	2,45062	1,75043	1,32637	1,66099
71	141,49	1,40947	1,38934	2,46204	1,76392	1,33636	1,672226
72	143,49	1,42009	1,40077	2,4753	1,77445	1,34728	1,683578
73	145,47	1,43044	1,41033	2,48919	1,78666	1,35774	1,694872
74	147,6	1,44148	1,41934	2,4991	1,79783	1,36819	1,705188
75	149,73	1,45253	1,43028	2,51125	1,80803	1,37796	1,71601
76	151,64	1,46264	1,43966	2,52402	1,8191	1,38696	1,726476
77	153,6	1,47229	1,44947	2,53478	1,83052	1,39694	1,7368
78	155,72	1,48311	1,45876	2,54565	1,84141	1,40661	1,747108
79	157,64	1,49278	1,46905	2,55719	1,85251	1,41634	1,757574

80	159,62	1,5022	1,47807	2,56872	1,86279	1,42592	1,76754
81	161,87	1,51328	1,48904	2,57966	1,87362	1,43484	1,778088
82	163,87	1,52337	1,49718	2,59069	1,88452	1,44562	1,788276
83	165,71	1,53211	1,50756	2,60235	1,89569	1,4538	1,798302
84	168,04	1,54328	1,51569	2,61277	1,90478	1,46277	1,807858
85	169,86	1,55208	1,5252	2,62326	1,91543	1,4718	1,817554
86	171,9	1,5614	1,5356	2,6339	1,92646	1,48118	1,827708
87	174,03	1,57144	1,54336	2,64486	1,93614	1,49078	1,837316
88	175,8	1,5794	1,55216	2,65508	1,94558	1,4988	1,846204
89	177,86	1,5893	1,56155	2,66602	1,95654	1,50849	1,85638
90	179,9	1,59803	1,56974	2,67633	1,96584	1,51689	1,865366
91	181,95	1,60754	1,58053	2,68615	1,97552	1,52511	1,87497
92	183,97	1,61636	1,58908	2,69684	1,98533	1,5344	1,884402
93	186,01	1,62516	1,59699	2,70702	1,99543	1,54322	1,893564
94	188,1	1,6346	1,60542	2,71769	2,00542	1,55128	1,902882
95	190,03	1,64288	1,61467	2,72658	2,01448	1,56	1,911722
96	192,1	1,65179	1,6227	2,73657	2,02394	1,56755	1,92051
97	194,1	1,66038	1,63095	2,74628	2,03308	1,57628	1,929394
98	196,11	1,66878	1,64022	2,75622	2,04274	1,58447	1,938486
99	198,02	1,67691	1,64793	2,76644	2,05202	1,59243	1,947146
100	200,01	1,68515	1,65639	2,77512	2,0606	1,60016	1,955484

Priloga 6: Navzem za pripravek 13

št.	čas [s]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	povprečje
1	0,01	0,04138	0,03078	0,05438	0,05864	0,0736	0,051756
2	2,29	0,13074	0,11873	0,14248	0,18946	0,18356	0,152994
3	4,22	0,16028	0,15246	0,18312	0,22838	0,22491	0,18983
4	6,3	0,18335	0,17747	0,21122	0,25972	0,25747	0,217846
5	8,22	0,20229	0,20096	0,23319	0,28758	0,28719	0,242242
6	10,22	0,22001	0,22253	0,2526	0,3127	0,31366	0,2643
7	12,21	0,23629	0,24396	0,27089	0,3359	0,33837	0,285082
8	14,22	0,25172	0,26149	0,28848	0,36019	0,36198	0,304772
9	16,22	0,26617	0,27769	0,30347	0,37806	0,38432	0,321942
10	18,2	0,27981	0,29377	0,31956	0,39819	0,40293	0,338852
11	20,34	0,29371	0,31124	0,33323	0,41699	0,42633	0,3563
12	22,4	0,30681	0,32431	0,34888	0,43804	0,44204	0,372016
13	24,42	0,31899	0,3383	0,36172	0,4544	0,46162	0,387006
14	26,31	0,33039	0,35197	0,37298	0,46986	0,47991	0,401022
15	28,29	0,34156	0,36628	0,38593	0,48603	0,49634	0,415228
16	30,61	0,35459	0,37886	0,39889	0,50298	0,51349	0,429762
17	32,37	0,36457	0,39183	0,4109	0,51719	0,52856	0,44261
18	34,4	0,37509	0,40419	0,42211	0,53336	0,54469	0,455888
19	36,4	0,3855	0,41741	0,43482	0,54721	0,55903	0,468794
20	38,53	0,39651	0,42898	0,44539	0,56128	0,57455	0,481342

21	40,42	0,40581	0,44154	0,45588	0,57504	0,58838	0,49333
22	42,44	0,41588	0,45247	0,46672	0,58918	0,60313	0,505476
23	44,68	0,42645	0,46425	0,47718	0,60235	0,61903	0,517852
24	46,51	0,43496	0,47597	0,48797	0,61574	0,63081	0,52909
25	48,68	0,44497	0,48595	0,49865	0,62848	0,64422	0,540454
26	50,52	0,45327	0,4984	0,50877	0,64198	0,65781	0,552046
27	52,6	0,46274	0,50767	0,51825	0,65313	0,66977	0,562312
28	54,76	0,47222	0,5187	0,52753	0,66545	0,68337	0,573454
29	56,6	0,48016	0,52865	0,53677	0,67834	0,6946	0,583704
30	58,6	0,48874	0,53883	0,54659	0,6899	0,70663	0,594138
31	60,68	0,49752	0,54961	0,55551	0,70046	0,71964	0,604548
32	62,8	0,50635	0,55909	0,56528	0,71416	0,73074	0,615124
33	64,84	0,51478	0,56915	0,57475	0,72363	0,7438	0,625222
34	66,67	0,52236	0,57927	0,58434	0,73516	0,75461	0,635148
35	68,84	0,53114	0,58843	0,59226	0,74649	0,76528	0,64472
36	70,93	0,53936	0,59773	0,60095	0,75783	0,77668	0,65451
37	72,83	0,54693	0,60807	0,61023	0,76831	0,78777	0,664262
38	74,8	0,5545	0,61679	0,61857	0,77858	0,79842	0,673372
39	76,82	0,56237	0,62554	0,62666	0,78877	0,80979	0,682626
40	78,82	0,56999	0,63462	0,63498	0,79914	0,81997	0,69174
41	81,06	0,57848	0,64357	0,64345	0,80929	0,82971	0,7009
42	83	0,58559	0,65261	0,65259	0,81999	0,84038	0,710232
43	85,07	0,59308	0,66217	0,66071	0,8306	0,85156	0,719624
44	87	0,60038	0,67041	0,66767	0,83951	0,86096	0,727786
45	89,1	0,60796	0,67816	0,67548	0,84874	0,87115	0,736298
46	91,01	0,61495	0,68639	0,68362	0,8586	0,88076	0,744864
47	93	0,6219	0,69527	0,69121	0,86867	0,88952	0,753314
48	95,02	0,629	0,70285	0,69958	0,87735	0,89938	0,761632
49	97,01	0,63591	0,71093	0,70717	0,88647	0,90866	0,769828
50	99,01	0,64293	0,71963	0,7144	0,8965	0,9179	0,778272
51	101,29	0,65078	0,72723	0,72276	0,90543	0,92733	0,786706
52	103,29	0,65754	0,73591	0,72949	0,91467	0,93672	0,794866
53	105,15	0,66369	0,7434	0,73679	0,92378	0,94582	0,802696
54	107,21	0,67049	0,75084	0,74416	0,9319	0,95466	0,81041
55	109,22	0,677	0,75862	0,75167	0,94042	0,96355	0,818252
56	111,22	0,68357	0,7664	0,75858	0,95018	0,97186	0,826118
57	113,2	0,69003	0,77383	0,76553	0,95822	0,98034	0,83359
58	115,37	0,69697	0,78097	0,77272	0,96625	0,9889	0,841162
59	117,28	0,70303	0,78846	0,77976	0,97482	0,99791	0,848796
60	119,21	0,70908	0,79572	0,78649	0,98311	1,00625	0,85613
61	121,41	0,71577	0,80249	0,79444	0,99065	1,01577	0,863824
62	123,53	0,72246	0,81016	0,80094	0,9992	1,02236	0,871024
63	125,31	0,72776	0,81787	0,80719	1,00719	1,03098	0,878198
64	127,41	0,73411	0,82403	0,8142	1,01499	1,03883	0,885232
65	129,37	0,74001	0,83174	0,82093	1,02314	1,04691	0,892546
66	131,56	0,74647	0,83829	0,82712	1,03133	1,05508	0,899658
67	133,37	0,75193	0,84468	0,83402	1,03826	1,06266	0,90631

68	135,4	0,75784	0,85181	0,8408	1,04614	1,07082	0,913482
69	137,62	0,76438	0,8586	0,84693	1,05377	1,07825	0,920386
70	139,4	0,76941	0,86489	0,85314	1,06129	1,0855	0,926846
71	141,6	0,77577	0,87239	0,85975	1,06903	1,09303	0,933994
72	143,75	0,78201	0,87871	0,86604	1,07662	1,10164	0,941004
73	145,67	0,78742	0,88492	0,87238	1,08382	1,10807	0,947322
74	147,67	0,79293	0,89161	0,87855	1,09134	1,11571	0,954028
75	149,69	0,79864	0,89812	0,8848	1,0984	1,12291	0,960574
76	151,52	0,80384	0,9041	0,89122	1,10508	1,13066	0,96698
77	153,6	0,80947	0,91035	0,89763	1,11281	1,13736	0,973524
78	155,68	0,81525	0,91687	0,90295	1,11919	1,14434	0,97972
79	157,62	0,82034	0,92288	0,90913	1,12631	1,15165	0,986062
80	159,6	0,82579	0,92874	0,91504	1,13299	1,15905	0,992322
81	161,84	0,83172	0,93571	0,92102	1,14047	1,16545	0,998874
82	163,7	0,83662	0,94146	0,92774	1,14698	1,17212	1,004984
83	165,8	0,8421	0,94693	0,9332	1,15443	1,17993	1,011318
84	167,83	0,84745	0,95313	0,93914	1,16087	1,18594	1,017306
85	169,7	0,85234	0,95922	0,94511	1,16713	1,19308	1,023376
86	171,9	0,85797	0,96481	0,95098	1,17397	1,20012	1,02957
87	173,76	0,86278	0,97103	0,95668	1,18137	1,20611	1,035594
88	175,8	0,86781	0,97679	0,96224	1,18703	1,21311	1,041396
89	177,9	0,87318	0,98222	0,9679	1,19336	1,21951	1,047234
90	179,82	0,87801	0,98779	0,97344	1,20051	1,22571	1,053092
91	181,9	0,88316	0,99362	0,97915	1,20673	1,23238	1,059008
92	184	0,88833	0,99916	0,98463	1,21336	1,23944	1,064984
93	186,06	0,89346	1,00497	0,99089	1,2194	1,24563	1,07087
94	188	0,89807	1,01081	0,99575	1,22562	1,25236	1,076522
95	190,01	0,90295	1,01574	1,0015	1,23171	1,25792	1,081964
96	192,14	0,90834	1,02116	1,00739	1,23795	1,26467	1,087902
97	194,05	0,91297	1,02647	1,01206	1,24402	1,27066	1,093236
98	196,01	0,91759	1,03196	1,01759	1,24975	1,27618	1,098614
99	198	0,92215	1,0376	1,02298	1,25583	1,28225	1,104162
100	200,17	0,92728	1,04258	1,02811	1,26179	1,28829	1,10961

Priloga 7: Navzem za pripravek 21

št.	čas [s]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	povprečje
1	0,01	0,02129	0,04734	0,08135	0,10784	0,12394	0,076352
2	2,27	0,15321	0,17395	0,36432	0,36582	0,59027	0,329514
3	4,27	0,21178	0,23465	0,52288	0,52545	0,84978	0,468908
4	6,11	0,25339	0,28966	0,64194	0,63546	1,02562	0,569214
5	8,21	0,29354	0,3391	0,73649	0,74381	1,16848	0,656284
6	10,36	0,32806	0,37448	0,81247	0,83243	1,29063	0,727614
7	12,23	0,35599	0,41458	0,873	0,91133	1,39348	0,789676
8	14,2	0,38348	0,44892	0,9302	0,98383	1,48106	0,845498

9	16,27	0,4105	0,47963	0,9724	1,05005	1,57189	0,896894
10	18,31	0,43446	0,51037	1,01528	1,11118	1,64434	0,943126
11	20,23	0,45618	0,5399	1,04885	1,17531	1,73071	0,99019
12	22,4	0,4794	0,57021	1,08032	1,23739	1,8017	1,033804
13	24,44	0,50041	0,59837	1,11141	1,28679	1,87063	1,073522
14	26,28	0,51793	0,6237	1,13862	1,33323	1,92828	1,108352
15	28,4	0,53672	0,65021	1,16133	1,38474	1,99495	1,14559
16	30,51	0,55484	0,67235	1,18543	1,43344	2,06074	1,18136
17	32,35	0,5701	0,69564	1,20883	1,47651	2,11533	1,213282
18	34,4	0,58691	0,72012	1,2281	1,51995	2,17226	1,245468
19	36,51	0,60432	0,74058	1,24954	1,56265	2,23379	1,278176
20	38,42	0,61985	0,7621	1,26805	1,60808	2,28436	1,308488
21	40,51	0,63591	0,78768	1,28542	1,64771	2,33441	1,338226
22	42,43	0,65021	0,8068	1,30264	1,68644	2,38768	1,366754
23	44,66	0,66655	0,82842	1,31977	1,72512	2,4374	1,395452
24	46,58	0,68027	0,84618	1,33568	1,76182	2,48313	1,421416
25	48,5	0,69331	0,8657	1,35173	1,79732	2,53385	1,448382
26	50,65	0,70726	0,88513	1,36743	1,83481	2,57702	1,47433
27	52,63	0,72002	0,90275	1,38193	1,87019	2,61931	1,49884
28	54,6	0,73317	0,92109	1,3957	1,90348	2,6627	1,523228
29	56,6	0,74598	0,93882	1,40938	1,93793	2,70606	1,547634
30	58,74	0,75969	0,95612	1,42264	1,97403	2,74563	1,571622
31	60,74	0,77259	0,97555	1,43553	2,00562	2,78597	1,595052
32	62,98	0,78678	0,99132	1,4493	2,03895	2,82839	1,618948
33	64,82	0,79824	1,00928	1,46265	2,07167	2,8701	1,642388
34	66,81	0,81	1,02366	1,47388	2,09799	2,90639	1,662384
35	69,05	0,82273	1,04015	1,4862	2,12844	2,94536	1,684576
36	70,82	0,83301	1,05629	1,49833	2,15798	2,98014	1,70515
37	72,97	0,84535	1,07172	1,51041	2,18607	3,01819	1,726348
38	74,76	0,85524	1,08736	1,52266	2,21651	3,05334	1,747022
39	76,81	0,8671	1,10225	1,5336	2,24395	3,08826	1,767032
40	78,88	0,87898	1,11677	1,54427	2,27008	3,12017	1,786054
41	80,81	0,89008	1,1315	1,55499	2,29545	3,15241	1,804886
42	82,9	0,90174	1,14511	1,56718	2,32449	3,18701	1,825106
43	84,88	0,91203	1,16099	1,57764	2,35049	3,2196	1,84415
44	87	0,92247	1,17372	1,5877	2,3737	3,25074	1,861666
45	89,13	0,93342	1,18909	1,59738	2,39887	3,28186	1,880124
46	91,05	0,94311	1,20161	1,60786	2,42383	3,3101	1,897302
47	93,01	0,95253	1,21495	1,61656	2,44664	3,34273	1,914682
48	95	0,9627	1,22921	1,62573	2,47097	3,37282	1,932286
49	97,01	0,97271	1,24122	1,63524	2,49537	3,40151	1,94921
50	99,13	0,9832	1,25484	1,64428	2,51769	3,42859	1,96572
51	101,05	0,99235	1,26796	1,65348	2,53992	3,45987	1,982716
52	103,2	1,0022	1,28141	1,6634	2,56295	3,48692	1,999376
53	105,29	1,0118	1,29419	1,67243	2,58658	3,51296	2,015592
54	107,12	1,02026	1,30745	1,68013	2,60737	3,53738	2,030518
55	109,38	1,03038	1,31914	1,68937	2,6276	3,5641	2,046118

56	111,31	1,03924	1,33018	1,69871	2,64985	3,58986	2,061568
57	113,21	1,04783	1,34397	1,70686	2,67023	3,61397	2,076572
58	115,36	1,05732	1,35491	1,71499	2,6885	3,63881	2,090906
59	117,2	1,06529	1,3664	1,72426	2,70837	3,66401	2,105666
60	119,27	1,07425	1,37796	1,73261	2,73022	3,68779	2,120566
61	121,22	1,08263	1,39015	1,74059	2,75094	3,71158	2,135178
62	123,4	1,09168	1,40179	1,75005	2,77085	3,73684	2,150242
63	125,41	1,10008	1,41332	1,7571	2,78825	3,76001	2,163752
64	127,4	1,10834	1,42467	1,76525	2,80864	3,78522	2,178424
65	129,53	1,11749	1,43638	1,77404	2,82647	3,8069	2,192256
66	131,36	1,12548	1,44648	1,78131	2,84357	3,82862	2,205092
67	133,4	1,13431	1,45717	1,78841	2,862	3,85084	2,218546
68	135,62	1,14337	1,46913	1,79592	2,88034	3,87408	2,232568
69	137,5	1,15103	1,4783	1,80381	2,89875	3,89428	2,245234
70	139,52	1,15914	1,48881	1,81088	2,91659	3,91542	2,258168
71	141,43	1,16712	1,5005	1,81968	2,93627	3,93941	2,272596
72	143,62	1,17573	1,50989	1,82586	2,95243	3,9586	2,284502
73	145,69	1,18405	1,52039	1,8335	2,96978	3,97859	2,297262
74	147,61	1,19176	1,53129	1,84088	2,98681	3,99978	2,310104
75	149,68	1,19999	1,54097	1,84808	3,00259	4,02053	2,322432
76	151,63	1,20738	1,55071	1,85541	3,01848	4,04017	2,33443
77	153,6	1,21516	1,56044	1,86248	3,03431	4,05897	2,346272
78	155,75	1,22355	1,56983	1,86941	3,0502	4,08086	2,35877
79	157,63	1,23056	1,57905	1,87599	3,06799	4,09888	2,370494
80	159,6	1,23827	1,58859	1,88356	3,0815	4,11734	2,381852
81	161,83	1,24662	1,59931	1,89076	3,09805	4,13786	2,39452
82	163,75	1,25367	1,60838	1,89729	3,11367	4,15765	2,406132
83	165,66	1,26043	1,61783	1,90449	3,13004	4,17368	2,417294
84	167,82	1,26829	1,62866	1,91195	3,14538	4,19497	2,42985
85	169,82	1,27538	1,63686	1,91897	3,16184	4,21247	2,441104
86	171,9	1,28305	1,64576	1,92486	3,17675	4,2305	2,452184
87	173,78	1,28977	1,65467	1,93215	3,19188	4,24851	2,463396
88	175,82	1,2974	1,66437	1,93832	3,20581	4,26532	2,474244
89	177,89	1,30485	1,67389	1,94504	3,2205	4,28222	2,4853
90	179,81	1,31172	1,68279	1,95143	3,23662	4,29951	2,496414
91	182	1,31949	1,69224	1,9586	3,25061	4,31772	2,507732
92	184,01	1,32672	1,7009	1,96605	3,26629	4,33461	2,518914
93	186,13	1,33451	1,70933	1,97227	3,28116	4,35137	2,529728
94	187,97	1,34107	1,7183	1,97865	3,2955	4,36836	2,540376
95	190	1,34804	1,72761	1,98544	3,30873	4,38423	2,55081
96	192,01	1,35476	1,73577	1,99128	3,32534	4,40057	2,561544
97	194,13	1,3623	1,74532	1,99753	3,33767	4,41722	2,572008
98	196,04	1,36898	1,75383	2,00446	3,35174	4,43491	2,582784
99	198,05	1,37555	1,76207	2,01054	3,36643	4,44994	2,592906
100	200,12	1,38227	1,77056	2,01659	3,37932	4,46575	2,602898

Priloga 8: Navzem za pripravek 22

št.	čas [s]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	povprečje
1	0,01	0,0424	0,03117	0,08681	0,06758	0,07736	0,061064
2	2,03	0,14862	0,1294	0,39485	0,32687	0,52	0,303948
3	4,22	0,21888	0,19785	0,55961	0,47474	0,74043	0,438302
4	6,24	0,26452	0,25773	0,68366	0,60137	0,89505	0,540466
5	8,23	0,30193	0,3058	0,79787	0,69687	1,05097	0,630688
6	10,32	0,33514	0,35658	0,89133	0,78005	1,16456	0,705532
7	12,31	0,36479	0,40417	0,96326	0,86257	1,26076	0,77111
8	14,2	0,3899	0,44628	1,03436	0,92907	1,34857	0,829636
9	16,21	0,41616	0,48357	1,08403	0,987	1,44186	0,882524
10	18,23	0,44246	0,52655	1,13016	1,04829	1,51878	0,933248
11	20,25	0,46607	0,56455	1,17647	1,09812	1,59315	0,979672
12	22,42	0,49015	0,59661	1,21378	1,15905	1,67346	1,02661
13	24,4	0,51148	0,62783	1,25448	1,20677	1,73406	1,066924
14	26,46	0,53313	0,65992	1,28612	1,25035	1,79326	1,104556
15	28,41	0,55247	0,68788	1,31636	1,2963	1,85686	1,141974
16	30,4	0,57162	0,71524	1,34211	1,34815	1,91446	1,178316
17	32,54	0,59112	0,74248	1,36896	1,38877	1,96929	1,212124
18	34,54	0,60899	0,76987	1,39673	1,42653	2,02748	1,24592
19	36,47	0,6257	0,79715	1,41975	1,46641	2,07249	1,2763
20	38,4	0,64169	0,82239	1,44416	1,50841	2,12361	1,308052
21	40,41	0,65794	0,8466	1,47029	1,54431	2,16924	1,337676
22	42,69	0,67596	0,87213	1,49095	1,58653	2,21479	1,368072
23	44,55	0,68968	0,89645	1,51211	1,61907	2,26248	1,395958
24	46,61	0,70547	0,92129	1,53007	1,65294	2,30912	1,423778
25	48,62	0,72104	0,94705	1,54853	1,6869	2,34741	1,450186
26	50,61	0,73593	0,96696	1,56734	1,72042	2,39198	1,476526
27	52,53	0,75008	0,99013	1,58688	1,75322	2,43232	1,502526
28	54,6	0,76446	1,01214	1,60334	1,78628	2,47132	1,527508
29	56,6	0,77818	1,03428	1,62265	1,81957	2,50978	1,552892
30	58,61	0,79157	1,05613	1,63713	1,85033	2,54781	1,576594
31	60,61	0,80497	1,07627	1,65295	1,88149	2,58382	1,5999
32	62,8	0,81921	1,10042	1,67129	1,91255	2,61957	1,624608
33	64,69	0,83196	1,1184	1,68636	1,94662	2,65456	1,64758
34	66,68	0,84424	1,14007	1,7016	1,97301	2,68948	1,66968
35	68,8	0,85666	1,16139	1,71547	1,99989	2,72433	1,691548
36	70,85	0,86916	1,18065	1,73038	2,02783	2,7588	1,713364
37	72,82	0,8811	1,20026	1,74443	2,05708	2,78795	1,734164
38	74,8	0,89316	1,22118	1,75818	2,08373	2,81938	1,755126
39	76,93	0,90615	1,23856	1,77175	2,10985	2,85028	1,775318
40	78,84	0,91693	1,25754	1,78586	2,13597	2,8835	1,79596
41	80,84	0,92808	1,27604	1,79852	2,16109	2,91355	1,815456
42	83	0,94042	1,29739	1,81242	2,18865	2,94314	1,836404
43	84,91	0,95093	1,3156	1,82603	2,21347	2,9711	1,855426

44	87	0,96249	1,33394	1,83685	2,23948	3,00327	1,875206
45	89,16	0,97431	1,3518	1,84976	2,26507	3,03164	1,894516
46	91,08	0,98475	1,36889	1,8624	2,28788	3,05724	1,912232
47	93,02	0,99515	1,38596	1,87408	2,31053	3,08531	1,930206
48	95	1,00605	1,4033	1,88595	2,33381	3,11266	1,948354
49	97,13	1,01704	1,42019	1,89822	2,35659	3,14007	1,966422
50	99,02	1,02681	1,43788	1,90929	2,3795	3,16526	1,983748
51	101,03	1,03685	1,45476	1,92158	2,40551	3,19504	2,002748
52	103,24	1,04803	1,47158	1,93419	2,42841	3,21707	2,019856
53	105,16	1,05786	1,49031	1,94547	2,45174	3,2428	2,037636
54	107,2	1,06776	1,5065	1,95627	2,47488	3,26696	2,054474
55	109,31	1,07825	1,52178	1,96642	2,49526	3,29253	2,070848
56	111,16	1,0873	1,53676	1,97743	2,51765	3,31693	2,087214
57	113,2	1,09702	1,55316	1,98877	2,53963	3,33939	2,103594
58	115,32	1,10736	1,56931	1,99842	2,56065	3,36207	2,119562
59	117,22	1,1164	1,58503	2,00913	2,58289	3,38523	2,135736
60	119,2	1,12549	1,60005	2,01967	2,60176	3,40867	2,151128
61	121,5	1,13676	1,61721	2,03061	2,62234	3,43219	2,167822
62	123,26	1,14517	1,63117	2,04211	2,64378	3,4569	2,183826
63	125,47	1,15598	1,64723	2,05134	2,66453	3,47584	2,198984
64	127,4	1,16494	1,66348	2,06068	2,68358	3,49702	2,21394
65	129,55	1,17465	1,67831	2,07034	2,70333	3,51841	2,229008
66	131,55	1,18355	1,69306	2,08028	2,72367	3,54204	2,24452
67	133,4	1,1916	1,70614	2,08994	2,74302	3,56156	2,258452
68	135,4	1,20071	1,72032	2,1003	2,76205	3,58236	2,273148
69	137,54	1,21021	1,73473	2,10928	2,77968	3,60316	2,287412
70	139,46	1,21859	1,74978	2,11802	2,79705	3,62426	2,30154
71	141,62	1,228	1,76291	2,12724	2,81625	3,64307	2,315494
72	143,46	1,2359	1,77833	2,1373	2,83722	3,66599	2,330948
73	145,79	1,24585	1,79115	2,14756	2,85577	3,68564	2,345194
74	147,62	1,25316	1,80645	2,15557	2,8724	3,70246	2,358008
75	149,61	1,26154	1,82067	2,16477	2,89074	3,72375	2,372294
76	151,61	1,27034	1,83352	2,17364	2,91032	3,74194	2,385952
77	153,61	1,27878	1,84724	2,18238	2,92784	3,76067	2,399382
78	155,69	1,2876	1,85983	2,19177	2,94434	3,7801	2,412728
79	157,68	1,29608	1,87302	2,20005	2,96163	3,79923	2,426002
80	159,61	1,30382	1,88615	2,20826	2,97922	3,81769	2,439028
81	161,81	1,31287	1,89968	2,21824	2,99513	3,8369	2,452564
82	163,68	1,32121	1,91466	2,22687	3,0148	3,85376	2,46626
83	165,8	1,32989	1,92546	2,23517	3,03013	3,87184	2,478498
84	167,81	1,33774	1,93907	2,2431	3,04801	3,89083	2,49175
85	169,85	1,34572	1,9505	2,25182	3,064	3,90887	2,504182
86	171,77	1,35331	1,96264	2,26017	3,08031	3,92649	2,516584
87	173,8	1,36111	1,97492	2,26839	3,09679	3,94385	2,529012
88	175,81	1,36883	1,98723	2,27702	3,11284	3,96073	2,54133
89	177,81	1,37671	1,99998	2,28513	3,12858	3,97977	2,554034
90	180,07	1,38544	2,01215	2,29346	3,14451	3,99581	2,566274

91	181,84	1,39195	2,02395	2,3023	3,16297	4,01184	2,578602
92	184	1,40001	2,03632	2,31061	3,17886	4,03092	2,591344
93	186,07	1,40777	2,04809	2,31772	3,19464	4,04658	2,60296
94	187,92	1,41486	2,0606	2,32573	3,20938	4,06148	2,61441
95	189,91	1,42242	2,07353	2,33355	3,22431	4,07786	2,626334
96	192,01	1,43071	2,08337	2,34158	3,24146	4,09444	2,638312
97	194,08	1,43852	2,09474	2,34886	3,25562	4,10954	2,649456
98	196,02	1,44575	2,10717	2,35656	3,27041	4,12533	2,661044
99	198,03	1,45311	2,11802	2,36416	3,28506	4,14125	2,67232
100	200	1,46037	2,12849	2,37222	3,2999	4,1572	2,683636

Priloga 9: Navzem za vodo

št.	čas [s]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	masa [g]	povprečje
1	0,01	0,05301	0,02333	0,03378	0,04223	0,04483	0,039436
2	2,32	0,16405	0,10504	0,12968	0,15312	0,12217	0,134812
3	4,05	0,20066	0,12759	0,16179	0,22353	0,14711	0,172136
4	6,12	0,23013	0,15113	0,19383	0,26917	0,17243	0,203338
5	8,21	0,25392	0,16826	0,21202	0,31449	0,18708	0,227154
6	10,28	0,27582	0,17977	0,22894	0,35648	0,19953	0,248108
7	12,13	0,29245	0,19192	0,24212	0,39384	0,21265	0,266596
8	14,27	0,31028	0,20189	0,25292	0,43382	0,22416	0,284614
9	16,22	0,32511	0,21135	0,26294	0,46575	0,23562	0,300154
10	18,23	0,3401	0,21925	0,27218	0,49993	0,24629	0,31555
11	20,52	0,35575	0,22787	0,2804	0,53661	0,25511	0,331148
12	22,26	0,36753	0,23384	0,2874	0,56915	0,26517	0,344618
13	24,4	0,38168	0,24025	0,29499	0,60398	0,27363	0,358906
14	26,41	0,39478	0,2448	0,30127	0,63715	0,28186	0,371972
15	28,51	0,40831	0,24997	0,30759	0,66627	0,28974	0,384376
16	30,34	0,41995	0,25428	0,31449	0,69748	0,29771	0,396782
17	32,4	0,43232	0,25897	0,32016	0,73036	0,30529	0,40942
18	34,5	0,44578	0,26372	0,32603	0,76155	0,3127	0,421956
19	36,41	0,45711	0,26777	0,33049	0,79013	0,31996	0,433092
20	38,4	0,46865	0,27106	0,33534	0,81961	0,32676	0,444284
21	40,5	0,48115	0,276	0,34027	0,8499	0,33322	0,456108
22	42,44	0,49175	0,27927	0,34536	0,87821	0,3398	0,466878
23	44,6	0,50332	0,28292	0,34926	0,90882	0,34548	0,47796
24	46,5	0,5135	0,28665	0,35298	0,93811	0,35133	0,488514
25	48,67	0,52491	0,28989	0,35725	0,96312	0,35726	0,498486
26	50,51	0,53452	0,29343	0,36087	0,99201	0,36315	0,508796
27	52,61	0,54541	0,29726	0,36464	1,02204	0,369	0,51967
28	54,61	0,55513	0,30044	0,3684	1,04942	0,37544	0,529766
29	56,6	0,56496	0,30339	0,37172	1,0766	0,38138	0,53961
30	58,74	0,5755	0,3063	0,37543	1,10315	0,38745	0,549566
31	60,89	0,58579	0,30968	0,37879	1,12839	0,39369	0,559268

32	62,74	0,59483	0,31209	0,38257	1,15965	0,3991	0,569648
33	64,65	0,60395	0,31488	0,38614	1,18011	0,40518	0,578052
34	66,81	0,61469	0,31775	0,38951	1,20782	0,40995	0,587944
35	68,89	0,62435	0,31999	0,39287	1,23471	0,41581	0,597546
36	70,89	0,63329	0,32222	0,39592	1,26045	0,42144	0,606664
37	72,81	0,64178	0,32481	0,39933	1,28435	0,42636	0,615326
38	75,05	0,65157	0,32755	0,40218	1,31062	0,4316	0,624704
39	76,81	0,65954	0,32992	0,40546	1,33707	0,43635	0,633668
40	78,81	0,66821	0,332	0,40828	1,3607	0,44125	0,642088
41	81,13	0,67815	0,33392	0,41121	1,38571	0,44651	0,6511
42	82,88	0,68584	0,33642	0,41438	1,41021	0,45293	0,659956
43	84,89	0,69451	0,3389	0,41726	1,43592	0,45727	0,668772
44	87,17	0,70427	0,34084	0,42017	1,45918	0,46216	0,677324
45	89,12	0,71273	0,34288	0,42287	1,48421	0,46735	0,686008
46	91,05	0,72098	0,34497	0,42587	1,50777	0,47198	0,694314
47	93	0,72885	0,347	0,42897	1,53353	0,4769	0,70305
48	95,12	0,73752	0,34915	0,43199	1,55628	0,4817	0,711328
49	97	0,74494	0,35114	0,4346	1,58067	0,4861	0,71949
50	99,15	0,75377	0,35307	0,43737	1,60439	0,49106	0,727932
51	101,03	0,76162	0,35533	0,44002	1,62636	0,49619	0,735904
52	103,2	0,76995	0,3574	0,44302	1,65193	0,50141	0,744742
53	105,28	0,778	0,35935	0,44577	1,67285	0,5064	0,752474
54	107,2	0,78537	0,36141	0,4482	1,69646	0,5108	0,760448
55	109,28	0,79361	0,36378	0,45088	1,72129	0,51563	0,769038
56	111,21	0,80116	0,36554	0,45334	1,74049	0,51955	0,776016
57	113,2	0,80877	0,36773	0,45599	1,76511	0,5244	0,7844
58	115,3	0,81674	0,3695	0,45901	1,78585	0,5284	0,7919
59	117,2	0,82374	0,37169	0,46107	1,80797	0,53248	0,79939
60	119,21	0,83135	0,37382	0,46325	1,82966	0,53694	0,807004
61	121,22	0,83878	0,37677	0,46597	1,85144	0,54132	0,814856
62	123,4	0,84695	0,37868	0,46838	1,87429	0,54612	0,822884
63	125,41	0,8545	0,38123	0,47114	1,89679	0,54994	0,83072
64	127,5	0,86254	0,38333	0,47347	1,91769	0,55371	0,838148
65	129,37	0,86921	0,38516	0,47623	1,93726	0,55787	0,845146
66	131,4	0,87652	0,38703	0,47901	1,95833	0,56224	0,852626
67	133,43	0,88385	0,38878	0,48138	1,97868	0,56575	0,859688
68	135,4	0,89074	0,39069	0,48429	1,99901	0,56964	0,866874
69	137,51	0,89849	0,39255	0,48626	2,0195	0,57366	0,874092
70	139,41	0,90495	0,39464	0,48864	2,03979	0,57756	0,881116
71	141,42	0,91223	0,39642	0,49116	2,05968	0,58142	0,888182
72	143,76	0,92015	0,39818	0,49339	2,08024	0,58563	0,895518
73	145,73	0,92704	0,40004	0,49606	2,10047	0,58972	0,902666
74	147,52	0,93321	0,40165	0,49797	2,12001	0,59358	0,909284
75	149,61	0,94036	0,40352	0,50039	2,13924	0,59779	0,91626
76	151,6	0,94722	0,4049	0,5025	2,15842	0,60134	0,922876
77	153,74	0,95469	0,40652	0,50477	2,17905	0,60469	0,929944
78	155,63	0,96094	0,40819	0,50755	2,19586	0,60865	0,936238

79	157,6	0,96772	0,41064	0,50944	2,21448	0,61262	0,94298
80	159,61	0,97426	0,41273	0,51172	2,2327	0,61625	0,949532
81	161,89	0,98206	0,41441	0,5143	2,25301	0,6206	0,956876
82	163,76	0,98811	0,41613	0,5168	2,27422	0,62392	0,963836
83	165,8	0,99525	0,41768	0,51922	2,29	0,62797	0,970024
84	167,93	1,00211	0,41895	0,52141	2,30884	0,6316	0,976582
85	169,73	1,00809	0,42051	0,52383	2,32774	0,63551	0,983136
86	171,8	1,015	0,42229	0,52584	2,3465	0,63886	0,989698
87	173,8	1,02143	0,42393	0,52817	2,36364	0,64265	0,995964
88	175,89	1,02799	0,4255	0,53051	2,38255	0,64593	1,002496
89	177,81	1,03422	0,42704	0,53248	2,39965	0,64926	1,00853
90	179,89	1,04087	0,42836	0,53485	2,41771	0,65278	1,014914
91	181,88	1,04711	0,43019	0,53716	2,43644	0,65684	1,021548
92	184	1,05351	0,43142	0,53912	2,45501	0,66006	1,027824
93	185,89	1,05931	0,43283	0,54129	2,47215	0,66339	1,033794
94	188	1,06558	0,43467	0,54333	2,48859	0,66695	1,039824
95	190,05	1,07183	0,43622	0,54537	2,50529	0,67017	1,045776
96	192,04	1,07772	0,43751	0,54736	2,52264	0,6737	1,051786
97	194	1,0835	0,43891	0,54976	2,5383	0,67716	1,057526
98	196,03	1,08947	0,44172	0,55178	2,55515	0,68028	1,06368
99	198,01	1,09562	0,44213	0,55397	2,57331	0,68333	1,069672
100	200,12	1,10117	0,44338	0,55584	2,58908	0,6871	1,075314

Priloga 10: Meritve barve

meritev	pripravek 11			pripravek 13			razlika			ΔE
	L	a	b	L	a	b				
1	24,10	4,43	5,33	25,26	6,16	7,69				
2	23,84	4,47	5,17	26,09	6,56	8,44				
3	24,23	4,65	5,41	27,43	7,00	9,51				
4	26,26	4,66	5,66	26,04	4,49	8,48				
5	24,35	4,78	5,74	25,37	6,15	7,88				
6	24,49	4,98	6,07	27,21	6,82	9,31				
7	24,38	4,66	5,67	26,68	6,82	8,98				
8	23,19	4,21	4,79	25,34	6,11	7,80				
9	24,15	4,73	5,52	26,87	6,87	9,61				
10	24,37	4,59	5,52	26,10	6,48	8,46	L	a	b	
povprečje	24,34	4,62	5,49	26,24	6,35	8,62	-1,90	-1,73	-3,13	4,05

meritev	pripravek 11			pripravek 12		
	L	a	b	L	a	b
1	24,10	4,62	5,73	25,27	5,16	5,38
2	24,90	5,20	6,54	25,39	5,07	5,21
3	24,17	4,76	5,52	27,16	6,28	7,60
4	24,87	4,84	6,01	27,86	6,74	8,49

5	23,93	4,63	5,18	25,75	5,85	6,96				
6	27,21	6,22	8,52	27,65	6,56	8,43				
7	25,82	5,12	6,64	26,52	5,85	6,93				
8	24,20	4,78	5,38	25,43	5,50	6,32				
9	28,42	6,50	8,98	26,72	6,10	7,67	razlika			
10	24,34	4,85	5,57	25,90	5,82	6,90	L	a	b	ΔE
povprečje	25,20	5,15	6,41	26,37	5,89	6,99	-1,17	-0,74	-0,58	1,50

meritev	pripravek 21			pripravek 22						ΔE
	L	a	b	L	a	b	razlika			
1	27,94	6,29	7,05	28,41	5,62	6,71				
2	29,58	6,85	7,82	28,77	6,34	7,34				
3	30,38	7,11	8,15	31,12	7,47	8,85				
4	28,25	6,74	7,47	28,90	6,06	7,17				
5	28,97	6,76	7,61	29,23	6,12	7,19				
6	29,13	6,79	7,69	30,20	6,84	8,13				
7	28,70	6,87	7,62	30,67	7,13	8,38				
8	28,52	6,94	7,67	28,37	6,01	6,97				
9	29,09	6,92	7,75	29,74	6,65	7,83	razlika			
10	28,06	6,77	7,45	29,15	6,26	7,36	L	a	b	ΔE
povprečje	28,86	6,80	7,63	29,46	6,45	7,59	-0,59	0,35	0,04	0,69

Priloga 11: Slike vzorcev, luženih s pripravki





Priloga 12: Vzorci, luženi pri različnih vlažnostih



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matjaž BUH

PENETRACIJA VODNIH LUŽIL V BUKOV LES

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008