

2.13 Elaborat, predstudija, študija ni  
poudetno  
ZGAIJAR, Ljube / BITENC, Borut: novi izpis

strukturne podlage in metode merjenja pravega  
količin kositanjerega lesa na osnovi mase v  
tovarni TANIN Savnice, GIS Lj. 1997.

2.20 - Druga monografija in druga razlji dela

ZGAIJAR, Ljube: Gošdna lesna biomasa - obnovljivi  
vir energije v Sloveniji. Katalog -  
(prospekt) ob 50. oblet. GIS-a.

3.12 Razstava

ZGAIJAR, Ljube: Lesna kurivo - vir energije v Sloveniji  
Razstava ob 50. oblet. GIS-a (Hodnik GIS-a)

3.20 Druga dela

ZGAIJAR, Ljube: Pogojenost, močnasti in prednosti  
ter omejitve in igrice pri rabi lesne biom. v slov. energ.  
etiki. Poster. Ustanovni zbor evrop. inter. društva  
Biomasa za Slovenijo, Jarešina, 2. okt. 1997.

### 3.20. Druge dela:

- ŽBARNAR, L / BITENC, B: Strokovne osnove in metode merjenja presnetih količin kosačnj. lesa na osnovi mase. Predhodno (poročilo naročnika (TANIN)) o rezultatih raziskav. Polikopije, 3 str., GIS, jule. april, 1997.
- ŽBARNAR, L: Značilne tablice za preizkus presenjanja kosačnjacega lesa v tovarni TANIN, Sevnica. Polikopije, 2 s. GIS, junij. 97
- ŽBARNAR, L: Kratak kronološki prikaz dejavnosti in nekateri pomembnejši mejniki razvoja GIS-a na področju "Biomasa-energetika". Referat na ustanovnem zboru gospod. interes. društva Biomasa za Slovenijo, Jurcevine, 2. okt. 97



UNIVERZA V LJUBLJANI

GOZDARSKA KNJIŽNICA

GIS K E

446 1



21998001473

COBISS •

GIS RB - GOZD



**Projekt: STROKOVNE PODLAGE IN METODE MERJENJA PREVZETIH KOLIČIN  
KOSTANJEVEGA LESA NA OSNOVI MASE, V TOVARNI "TANIN", Sevnica**

**Naročnik: Tanin Sevnica, Sevnica**

**Izvajalec: Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana**

**Vodja projekta: Lojze ŽGAJNAR, dipl. inž. gozd., GIS, Ljubljana**

**Sodelavci: Borut BITENC, dipl. inž. gozd., GIS, Ljubljana**  
**Željko HORVATIČ, dipl. oec., vodja komerc., TANIN, Sevnica**  
**Primož KRISPER, dipl. inž. kem., vodja proizvod., TANIN, Sevnica**  
**Iztok DVORŠAK, gozd. teh., prevzemalec lesa, TANIN, Sevnica**  
**Vinko ŠEŠKO, dipl. inž. gozd., upokojenec**  
**Ljiljana CVETANOVSKI, kem. teh., TANIN, Sevnica**  
**Katarina KOSEM, kem. teh., TANIN, Sevnica**  
**Irena ORAŽEM, kem. teh., TANIN, Sevnica**  
**Tone ŠEŠKO, honorarni sodelavec**  
**Aleš ŠEŠKO, gozd. teh., honor. sodelavec**  
**Alojz ANZELC, honor. sodelavec**  
**Anton ERMAN, stroj. teh., TANIN, Sevnica**  
**Ivan GRM, avtomeh., prevzemalec lesa, TANIN, Sevnica**

**Avtor fotografij: Primož KRISPER, TANIN, Sevnica**

**Zahvala:** Za izvedbo projekta so bili potrebni večkratni strokovni posveti, obsežne, dolgotrajne, natančne in zahtevne terenske meritve ter laboratorijske analize. Kljub manjšim pomanjkljivostim so vse terenske meritve, laboratorijske analize in računalniško pripravo podatkov korektno opravili delavci naročnika in s tem odločilno prispevali k realizaciji projekta. Oba soavtorja jim za prizadevanje izrekava iskreno zahvalo.

GDK 526

Klj. b.: merjenje lesa, gostanje les, klodovina, metode dela

GDK

Izvleček

**ŽGAJNAR, L./ BITENC, B.: STROKOVNE PODLAGE IN METODE MERJENJA  
PREVZETIH KOLIČIN KOSTANJEVEGA LESA NA  
OSNOVI MASE, V TOVARNI "TANIN", Sevnica**

Majhne dimenzije, velika raznolikost oblik in vseh fizikalnih lastnosti so značilnosti kostanjevega lesa in sortimentov za proizvodnjo tanina in ekstraktov. Običajen način merjenja, to je klupanje, je tu še posebej zamuden, drag in nezanesljiv. Možnosti racionalizacije so v metodah merjenja in prevzema lesa po masi, in sicer po "lutro" (svež, zračno suh les) ali "atro" (absolutno suh les) metodi.

V elaboratu so prikazani izsledki in ugotovitve obsežnih raziskav ključnih fizikalnih kazalcev (količine, dimenzije, volumenska masa, nominalna gostota, vlažnost, delež lubja) za dolgi obli in prostorninski les pravega kostanja, in sicer pri prevzemu na skladišču naročnika raziskave. Analizirano in prikazano je tudi spreminjanje vrednosti vseh naštetih kazalcev zaradi vpliva nekaterih dejavnikov: vir dobave lesa, čas poseka, dimenzije sortimentov, svežost - zdravost lesa, stanje lesa zaradi vremenskih vplivov, delež lesa brez lubja, oblika protorninskega lesa.

Z metodami vzorčenja je bilo analiziranih 231 tovorov (2903 m<sup>3</sup>, 3031 ton) dolgega oblega in 50 tovorov (1382 m<sup>3</sup>, 710 m<sup>3</sup>, 656 ton) prostorninskega lesa. Za ugotovitev volumenske mase, nominalne gostote, vlažnosti in lubja je bilo odvzetih in analiziranih 1383 vzorčnih kolotov lesa (po šest za vsak tovor), 231 vzorcev žagovine (skupni vzorec iz šestih kosov lesa v posameznem tovoru) ter 1245 izsečkov lubja.

Prikazani in medsebojno primerjani so izsledki običajne metode izmere količin (klupanja) in metode ksilometriiranja lesa. Na osnovi statističnih analiz so izdelane in prikazane tablice za poračunsko uporabo pri prevzemanju lesa z metodo tehtanja in določanja vlažnosti.

**Ključne besede:** taninski les, pravi kostanj, dolgi obli les, prostorninski les, prevzem lesa, metode merjenja lesa, tehtanje lesa, "lutro" metoda, "atro" metoda, volumenska masa, nominalna gostota, vlažnost lesa, lubje.

## Pregled vsebine

- 1 PREGOVOR**
- 2 UVOD**
- 3 METODE RAZISKAV**
  - 3.1 Namen in cilji raziskav**
  - 3.2 Izbrani objekti, obseg vzorčenja in raziskovani parametri**
  - 3.3 Potek in postopki raziskav**
    - 3.3.1 Časovni in vsebinski potek raziskav
    - 3.3.2 Delovne metode in postopki snemanja podatkov
    - 3.3.3 Uporabljeni pripomočki in oprema
- 4 IZSLEDKI IN UGOTOVITVE RAZISKAV**
  - 4.1 Izsledki meritev in analiza objekta raziskav - dolgega oblega kostanjevega lesa**
    - 4.1.1 Število tovorov, količina in srednje vrednosti nekaterih parametrov po virih dobav lesa
    - 4.1.2 Število tovorov, količina in srednje vrednosti parametrov po letnih obdobjih poseka lesa
    - 4.1.3 Kazalci analiziranih tovorov po stanju lesa zaradi vremenskih vplivov
    - 4.1.4 Količina in struktura tovorov po deležu suhega lesa
    - 4.1.5 Analizirane količine in vrednosti glavnih parametrov po deležih lesa brez lubja
  - 4.2 Izhodiščni kazalci in vrednosti parametrov pri prostorninskem lesu po nekaterih vplivnih dejavnikih**
  - 4.3 Osnovni kazalci in vrednosti parametrov pri raziskavah fizikalnih lastnosti lesa na podlagi vzorčenja s koluti**
  - 4.4 Obseg vzorčenja in vrednosti parametrov ugotovljene z vzorčenjem žagovine**
  - 4.5 Način in obseg vzorčenja lubja ter vrednosti parametrov po raziskovanih vplivih**
    - 4.5.1 Volumenski in masni deleži lubja pri oblem kostanjevem lesu ter spreminjanje deležev pod vplivom različnih dejavnikov
  - 4.6 Analiza in prikaz vrednosti ključnih parametrov iz ugotovljenih podatkov pri običajni metodi (klupanje) prevzemanja lesa**
    - 4.6.1 Nekateri statistični kazalci o ključnih parametrih vseh klupanj tovorov lesa
    - 4.6.2 Analiza in prikaz vrednosti ter spreminjanje vrednosti ključnih kazalcev zaradi vpliva nekaterih dejavnikov
    - 4.6.3 Analiza in prikaz soodvisnosti pomembnejših parametrov, na podlagi s klupanjem ugotovljenih podatkov
      - 4.6.3.1 *Odvisnost volumenske mase kostanjevega lesa od vlažnosti*
      - 4.6.3.2 *Odvisnost volumenske mase od nominalne gostote*
      - 4.6.3.3 *Odvisnost volumenske mase od ocenjenega deleža suhega (osušenega) lesa v tovoru*
      - 4.6.3.4 *Odvisnost volumenske mase od ocenjenega deleža lesa brez lubja*
      - 4.6.3.5 *Odvisnost volumenske mase od srednjega premera kosov lesa v tovoru*
    - 4.6.4 Grafični prikaz in statistični kazalci spreminjanja volumenske mase po času poseka in vremenskih vplivih
  - 4.7 Končni izsledki raziskav običajne metode prevzema lesa ter izdelava in prikaz tablic za praktično uporabo**
  - 4.8 Analiza in izsledki raziskav o izhodiščnih parametrih za merjenje lesa po masi, na podlagi metode ksilometriranja lesa (vzorčni koluti)**
    - 4.8.1 Obseg in struktura vzorčenja po obravnavanih vplivih ter ocena pomena za uporabnost izsledkov raziskav

- 4.8.2 Srednje vrednosti, intervali srednjih vrednosti ter nekateri drugi statistični kazalci pomembnejših parametrov , ugotovljenih z metodo ksilometriranja vzorcev
- 4.8.3 Medsebojna povezanost (odvisnost) pomembnejših raziskovanih parametrov
- 4.9 Končni izsledki na podlagi vzorčnih kolotov opravljenih raziskav fizikalnih lastnosti in njihove soodvisnosti pri kostanjevem lesu ter prikaz v obliki tablic za praktično uporabo**
- 4.10 Primerjava izsledkov in ugotovitev med obravnavanima metodama raziskav ključnih kazalcev za prevzemanje lesa po masi**
  - 4.10.1 Primerjava povprečnih vrednosti iz dejanskih (merjenih, snemanih) podatkov
  - 4.10.2 Primerjava izračunanih (izravnanih, teoretičnih) vrednosti glavnih parametrov
- 4.11 Analiza in prikaz izsledkov raziskav prostorninskega lesa kostanja**
  - 4.11.1 Soodvisnost glavnih parametrov pri prostorninskem lesu
  - 4.11.2 Izračun teoretičnih vrednosti in prikaz izdelanih tablic za praktično uporabo pri prevzemanju prostorninskega lesa
- 4.12 Raziskave pomembnejših kazalcev fizikalnih lastnosti kostanjevega lubja**
  - 4.12.1 Metoda in postopki raziskav
  - 4.12.2 Izsledki in ugotovitve raziskav
    - 4.12.2.1 *Debelina lubja*
    - 4.12.2.2 *Masa kostanjevega lubja*
    - 4.12.2.3 *Volumenski in masni delež lubja*

## **5. POVZETEK IN ZAKLJUČKI**

## **6. UPORABLJENI VIRI IN LITERATURA**

## 1 PREDGOVOR

Že dobri dve desetletji tudi v Sloveniji ugotavljamo, da so konvencionalne stereometrijske metode izmere količin za močno raznolik droben industrijski les neprimerne. Neoporečna raba teh metod je prezamudna in draga, običajno uporabljani načini meritev (enkratno merjenje premera v sredini dolžine, ocenjevanje dolžin, preštevanje kosov, zaokroževanje, odštevanje lubja), ki so poznani v vsakdanji praksi pa so netočni in nezanesljivi. Možne posledice so nesoglasja in spori med poslovnimi partnerji (dobavitelji - kupci lesa), povečani administrativni stroški, netočne evidence o porabljeni surovini in zalogah, napačni tehnološki izračuni in drugo.

V obdobju samoupravnega dogovarjanja in administrativnega določanja količin, kakovosti in cen lesa v medsebojnem razmerju gozdarstvo - lesnopredelovalna industrija ter monopolizaciji trga z gozdno lesnimi proizvodi, si z točnostjo meritev pri nas, še posebej pri drobnem lesu (ceneni, masovni, neprofitni sortimenti), nismo delali posebnih skrbí. V tem času pa je razviti svet skoraj v celoti pričel z izmero količin na podlagi mase, se pravi s tehtanjem.

V spremenjenih lastniških in tržnih razmerah, v zaostrenih pogojih gospodarjenja (številnejši kupci in prodajalci lesa - večja konkurenca, racionalizacija porabe surovine, korektna poslovna razmerja) ter v naših željah in nuji po vključevanju v evropska in svetovna tržišča, je korektno ovrednotenje količin in kakovosti tudi pri nas prvi pogoj poslovanja in konkurenčnosti.

Dejstvo je, da gre tu za zelo občutljivo področje medsebojnih odnosov med dobavitelji in porabniki lesa. Zato so vsakršne spremembe in novosti v veljavnih poslovnih razmerjih lahko le plod sporazumnih dogovorov posameznih, ali vseh poslovnih partnerjev. Posebej zahtevno in občutljivo je določanje metod, meril in postopkov, ki so nepogrešljiva strokovna in pravna podlaga za korektna poslovna razmerja. To velja tudi za kostonjev les, ki je izrazito anizotropna ter kot tržno blago v času in prostoru močno spreminjajoča se surovina.

Pri merjenju drobnega industrijskega lesa in lesnoindustrijskih ostankov uporabljamo v Sloveniji različne metode izmere količin in vrednosti pri preračunavanju enih merskih enot v druge. Iz odgovorov vseh pomembnejših slovenskih porabnikov (proizvajalci ivernih in vlaknenih plošč, celulozna industrija, energetika) drobnega industrijskega lesa na opravljeno anketo v letu 1993, je bilo stanje v Sloveniji sledeče:

- Popolno izmero (klupanje vsakega kosa v tovoru) vseh prevzetih količin dolgega oblega lesa iglavcev je uporabljal le en porabnik. Za občasno kontrolo količin, zlasti tistih, ki jih je že deklariral sam dobavitelj, je uporabljala popolno izmero večina porabnikov tovrstnega lesa.

- Vsi vprašani so ugotavljali količine dolgega oblega lesa (goli) s tehtanjem tovara (lutrobruto masa). Za evidence in obračun (plačilo) so preračunavali masne količine (tone, kg) v običajne volumenske ( $m^3$ ) s pomočjo vnaprej poznanih faktorjev. Razlike med uporabljanimi faktorji pri posameznih porabnikih so bile tudi 20 in več odstotne. Nerazumljivo je, da so bile razlike odvisne tudi od dobaviteljev in ne le od dejanskih razlik prevzetega lesa.

- Le dva porabnika dolgega oblega lesa sta uporabljala neposredno s tehtanjem ugotovljene količine v masnih enotah tudi za evidence in obračun. Pri enem je bil to običajen način, pri drugem le alternativa.

- Pretežna večina vprašanih je ugotavljala, da je najzaneslivejša in za tehnološke preračune najprimernejša t.im. "atro metoda", to je ugotavljanje količin (deleža) absolutno suhega lesa (nominalne gostote). Kljub takšni ugotovitvi pa te metode v letu 1993 še nihče ni praktično uporabljal.

Metode tehtanja lesa uspešno uporabljajo v Ameriki in Evropi že več desetletij. Menimo, da je sedanje obdobje priprave, usklajevanja in prilagajanja naših standardov in norm evropskim, primeren čas, da se lotimo tudi nakazanega problema. V ta namen je bilo že opravljenih nekaj raziskav (v Iverki Brest, Cerknica, v tovarni celuloze Goričane, v Vidmu Krško), ki pa jih je potrebno še dopolniti z raziskavami pri drugih porabnikih drobnega industrijskega lesa. Tako bi dobili zadostno bazo podatkov za analizo vseh ključnih parametrov, izbiro najprimernejše

metode izmere količin s tehtanjem (atro, lutro metoda) in za pripravo strokovnih osnov za dogovore ter za institucionalizacijo metod na različnih ravneh. Tako kot v drugih državah bi morale pravilnost uporabe izbranih metod nadzirati ustrezne državne (inšpekcijske) službe.

Da gre za perečo problematiko nenazadnje dokazuje tudi pričujoča raziskava, ki jo je naročil in financiral TANIN Sevnica. Osnovni namen raziskave je prav priprava strokovnih podlag za preizkus uporabnosti različnih metod ter izbira najprimernejše metode za ugotavljanje količin na podlagi mase pri prevzemu kostanjevega lesa. Uporabljene metode in postopki vzorčenja pri raziskavah so bili prilagojeni določeni vrsti (pravi kostanj) in oblikam (dolgi obli les, prostorninski les) lesa ter specifičnim razmeram, načinu in namenu porabe. Zato izsledke raziskav ne gre posploševati.

Vodja raziskave

## 2 UVOD

Za ugotavljanje količin pri pridobivanju, manipulaciji in trženju z gozdnimi lesnimi sortimenti, nekaterimi polizdelki in izdelki ter lesnimi ostanki so poznani različni načini merjenja:

- Merjenje telesnine (stereometrijska izmera), kjer na osnovi izmerjenih dimenzij (dolžine, debeline - premera) izračunamo telesnino vsakega posameznega kosa (hloda, sortimenta, izdelka), in sicer s pomočjo znanih obrazcev. Ugotovljene količine običajno izražamo v kubičnih metrih ( $m^3$ ). Izjemoma  $m^3$  spreminjamo v prostorninske metre (prm), ali v utežne enote s pomočjo znanih pretvornih faktorjev.

- Stereometrijska izmera prostornine skladovnice, tovornega prostora, zložaja, snopov, butar itd., pri kateri s pomočjo znanih redukcijskih koeficientov izračunamo volumen v merjeni prostornini vsebovanega lesa. Količine izražamo in obračunavamo v  $m^3$ . Uporaba merske enote prm (prostorninski meter) po letu 1980 ni več dovoljena.

- Preštevovanje števila kosov, izražanje in obračun po številu kosov.

- Ugotavljanje količin s tehtanjem, to je z gravimetrijsko metodo merjenja mase (teže) lesa. Le - to lahko izražamo in obračunavamo neposredno v masnih (utežnih) enotah, ali pa jo s pomočjo ustreznih pretvornih faktorjev spremenimo v volumenske enote. Ugotavljamo lahko masne ali volumenske količine lesa pri določeni vsebnosti vode (bruto, lutro, svež- vlažen les), ali pa količine suhega lesa (atro, nominalna gostota, absolutno suh les).

- Hidrostatsko (ksilometriranje) merjenje volumna ali mase lesa, kjer količine posameznih kosov ali celotnega tovora ugotovimo na podlagi količine izpodrinjene tekočine.

Glede na naravo lesa, ki ga merimo, še zlasti gleda na nepravilnosti (odklonov od pravilnih geometrijskih likov in teles) in neizenačenosti oblik je razumljivo, da dejansko merimo le pri uporabi metode tehtanja in preštevanja kosov. Pri vseh drugih načinih, ko količine izračunavamo posredno, na podlagi izmerjenih dimenzij (kosa, prostornine), in ko uporabljamo pretvorne faktorje, pa gre dejansko le za bolj ali manj natančno ocenjevanje količin.

Pri vseh načinih ugotavljanja količin sta odločilna predvsem dva vidika:

- Čim večja natančnost in zanesljivost merjenja, oziroma izmerjenih količin;
- Gospodarnost in operativnost uporabljenih metod.

Uporabo in uporabnost posamezne metode pogojujejo različni dejavniki:

- Vrsta, oblika, oziroma stopnja izdelanosti posameznega kosa ali sortimenta;
- Variabilnost sortimenta glede fizikalno-mehanskih lastnosti;
- Kakovost in vrednost (cena) sortimenta;
- Navade (tradicija), predpisi, dogovori, standardi;
- Razpoložljiva tehnična opremljenost, izurjenost (znanje, izkušnje) in vestnost izvajalca meritev.

V splošnem velja, da so stroški in natančnost meritev odvisni predvsem od dimenzij (velikosti) in števila (količine) sortimentov in, vsaj neposredno, ne od njihove kakovosti, oziroma vrednosti (cene). To pa pomeni, da je pri uporabi enake metode najdražja izmera najmanj vrednih sortimentov. Zato je potrebno iskati kompromisne rešitve.

Poleg natančnosti in gospodarnosti uporabljene metode so pri merjenju količin lesa pomembni še tile parametri:

- Kraj (kje), čas (kdaj) in izvajalec (kdo) meritev;
- Vrsta in oblika izmerjenih podatkov;
- Namen meritev (nakup, prodaja, domača poraba, interna evidenca).

Vsi našeti parametri so običajno tudi standardizirani na različnih ravneh, od sporazumno dogovorjenih internih, do državnih standardov, ki so lahko tudi sankcionirani, pa vse do mednarodnih standardov.

Uporaba standardov praviloma naj ne bi bila obvezna, saj je to lahko velika ovira razvoju in napredku. S tem se namreč utrjuje obstoječe stanje in ovira spremembe na novo, višjo razvojno stopnjo. Zato so spremembe standardov potrebne tem pogosteje, čim hitrejši je razvoj področja, ki ga standard obravnava. So pa seveda nujni strokovni pripomoček pri izdelavi, razvrščanju in trženju z gozdnimi lesnimi proizvodi.

Standardi za gozdne lesne proizvode nekdanje Jugoslavije (JUS standardi) so bili sicer obvezni, vendar pa je v praksi veljala precejšnja samovolja in svoboda. Vzrok je bil predvsem v prezahtevnosti standardov in predpisovanju cen za posamezne vrste in kakovosti sortimentov. Vendar pa so glavna določila teh standardov v bolj ali manj pčenostavljeni obliki še sedaj osnova pri izmeri in razvrščanju gozdnih lesnih proizvodov. Osnutki novih slovenskih standardov za pomembnejše sortimente so sicer pripravljene, vendar, zaradi neuskklajenih interesov med proizvajalci (gozdarstvo) in porabniki (lesna predelava), formalno še niso veljavni. Novi standardi naj bi bili preprostejši, operativnejši in brez razvrščanja sortimentov po namenu porabe (le po kakovosti).

Vsi sporazumno dogovorjeni (interni) standardi na različnih ravneh so seveda obvezni. Pristop k sporazumu je prostovoljen, vendar pa je spoštovanje standardov (norm) obvezno ves čas veljavnosti, in sicer ne glede na vzrok nestrinjanja. Vsakršne spremembe veljavnih, sporazumno dogovorjenih standardov so možne le v soglasju dveh ali več sodelujočih partnerjev. Vse to velja tudi za spreminjanje obstoječih in uvajanje novih načinov (metod) merjenja prevzetih količin lesa pri naročniku raziskav TANIN-u Sevnica.

### 3 METODE RAZISKAV

#### 3.1 Namen in cilji raziskav

Osnovni cilj in namen raziskav je bil ugotovitev praktične uporabnosti metode tehtanja pri prevzemu lesa pravega kostanja, ki naj bi nadomestila dosedanjo zamudno, netočno in drago metodo popolne izmere (klupanje) prevzetih tovorov.

#### 3.2 Izbrani objekti, obseg vzorčenja in raziskovani parametri

Objekt naših raziskav je bil dolgi obli (goli, hlodovina) in prostorninski les (cepanice, okroglice) pravega kostanja, in sicer na skladišču tovarne TANIN, Sevnica. Osnovni objekt (vzorec) je bil vagonski, kamionski ali traktorski tovor, delni objekti (vzorci) pa posamezni kosi lesa. Skupaj je bilo vzorčenih 231 tovorov, to je 3031 ton, oziroma 2903 m<sup>3</sup> dolgega oblega lesa in 50 tovor (655,6 ton; 1382 prm; 710 m<sup>3</sup>) prostorninskega lesa. Za ugotavljanje volumenske mase, nominalne gostote, vlažnosti in deležev lubja je bilo analiziranih 1383 kosov, povprečno 6 iz vsakega tovara. Od vsakega kosa je bil odvzet po en vzorčni kolot, dva vzorca (izsečka) lubja ter vzorec žagovine za analizo vlažnosti.

Za dosego postavljenega cilja raziskave je bilo potrebno ugotoviti vrednosti in njihovo variabilnost številnih temeljnih fizikalnih parametrov lesa in lubja pravega kostanja ter dejavnike in stopnjo vpliva teh dejavnikov na variabilnost vrednosti fizikalnih lastnosti. Najpomembnejši raziskovani parametri, ki so tudi osnova za izmero lesa s tehtanjem, so bili:

- **Volumenska masa** kostanjevega lesa (bruto, lutro masa). Tu gre za maso lesa po volumenski enoti, izraženo v kg/m<sup>3</sup>, in sicer z vlažnostjo (vsebnostjo vode) v času prevzema.

- **Nominalna gostota**, to je masa absolutno (tehnično) suhega lesa v volumenski enoti svežega lesa ("lutro"; brez volumenskega skrčka zaradi osušitve pod nasičenostjo lesnih vlaken), izraženo v kg/m<sup>3</sup>.

- **Vlažnost lesa** (vsebnost vode), oziroma suhost prevzetega lesa, izražena v odstotnem masnem deležu vode (% vlažnosti = 100 - % delež suhega lesa; % suhega lesa = 100 - % vode v lesu).

- **Delež lubja** (masni in volumenski) pri dolgem oblem kostanjevem lesu. Pri prostorninskem lesu (metrskih cepanicah in okroglicah) tega parametra nismo ugotavljali.

Vrednosti naštetih parametrov smo ugotavljali z vzorčnimi meritvami. Poleg naštetih merjenih parametrov smo ocenjevali in evidentirali še številne druge, ki bi lahko neposredno ali posredno vplivali na variabilnost merjenih parametrov, in sicer:

- **Označba tovara:** Prevzete in analizirane tovore smo označevali z zaporednimi številkami;
- **Vir dobave:** Osnova so bila gozdnogospodarska območja;
- **Čas dobave:** Je datum prevzema tovara;
- **Čas poseka lesa:** Osnova so bila standardna (JUS) letna obdobja sečenj, in sicer: jesensko-zimsko obdobje od 1. X. do 30. III.; spomladansko obdobje od 1. IV. do 30. VI. in poletno obdobje od 1. VII. do 30. IX.;
- **Masa tovara:** Ugotovljena s tehtanjem na mostni tehtnici tovarne TANIN;
- **Povprečni srednji premer kosov v tovoru:** Izračunan iz merjenih premerov posameznih kosov v tovoru, skupaj z lubjem, z natančnostjo 1 mm;
- **Povprečna dolžina kosov:** Izračunana iz merjenih individualnih dolžin kosov v tovoru, z natančnostjo 1 cm;
- **Povprečni volumen kosa:** Izračunan iz izmerjenih premerov in dolžin kosov;
- **Kubatura tovara:** Na osnovi merjenja dimenzij kosov (klupanje);
- **Volumenska masa kostanjevega lesa:** Izračunana iz mase in kubature tovara;
- **Stanje tovara zaradi vplivov vremena:** Suh, namočen, snežen, leden tovor (les);

- **Delež suhega (osušenega) lesa v tovoru:** Okularna ocena deleža zaradi boleznih (propadanja kostanja), ali zaradi daljšega skladiščenja osušenega lesa v tovoru, s točnostjo 5%;
- **Delež lesa brez lubja:** Okularna ocena deleža lesa brez lubja (odpadlo zaradi sušenja, pri spravi in prevozu), z natančnostjo 5%;
- **Opombe:** Tu smo evidentirali posebnosti kot so: blaten les, trhel les in podobno;

Meritve in ocene naštetih parametrov smo opravili deloma že pri prevzemu (tehtanju), deloma pri razkladanju tovorov, potrebne izračune pa pri računalniškem vnosu in obdelavi podatkov. Raziskave volumenske mase in vlažnosti kostanjevega lesa smo opravili na podlagi vzorčnih kolotov, ki smo jih izžagali na sredini dolžine naključno izbranih, praviloma šestih kosov v posameznem tovoru in žagovine, ki je nastala pri jemanju vzorčnih kolotov. Žagovino za vzorčenje smo zbirali v polietilenske vreče, ki so bile pripete na ročno motorno žago. Pri jemanju in analizi vzorcev smo evidentirali in ugotavljali vrednosti sledečih parametrov:

- **Evidenčna številka tovara:** Ista kot pri analizi tovara;
- **Zaporedna številka vzorčnega koluta in žagovine:** Vsak kolot smo označili z zaporedno številko tovara in zaporedno črko abecede (npr.: 1a, 1b, 1c.....1f). Povprečen vzorec žagovine (iz šestih kosov za posamezen tovor) smo označili z evidenčno številko tovara;
- **Ocena stanja odvzetih vzorcev kolotov glede naravne vlažnosti:** suh, osušen, svež les;
- **Ocena stanja kolotov zaradi vremenskih vplivov:** suh, namočen, leden, snežen;
- **Ocena deleža oboda koluta brez lubja:** v % deležu, z natančnostjo 5%;
- **Premer kolotov:** Povprečje iz dveh križno izmerjenih premerov (največji + najmanjši /2), z natančnostjo 1mm;
- **Masa kolotov:** S pomočjo precizne tehtnice, z natančnostjo 1gr;
- **Volumen kolotov:** S ksilometriranjem, s točnostjo 1 cm<sup>3</sup>;
- **Volumenska masa lesa (kg/m<sup>3</sup>):** Izračun iz mase in volumnov kolotov;
- **Vlažnost (suhost) lesa:** S pomočjo standardne metode: tehtanje-sušenje (pri temp. 102±3° C do konstantne mase) -tehtanje 100 gramskega vzorca žagovine, natančnost 1/10 %. Ugotovljena masa absolutno suhe žagovine je bila hkrati že odstotni delež vlažnosti (suhosti) lesa;
- **Nominalna gostota lesa (v kg/m<sup>3</sup>):** Izračun iz ugotovljene volumenske mase na podlagi vzorčnih kolotov in odstotnega deleža suhega lesa (= volumenska masa x % suhega lesa);
- **Opombe:** Zapažanja posebnosti pri vzorčnih kolutih in žagovini.

Hkrati z jemanjem in analizo vzorčnih kolotov in žagovine smo vzorčili tudi lubje. Pri tem smo evidentirali in analizirali te podatke:

- **Evidenca analiziranega tovara:** Ista zaporedna številka tovara pri vseh vzorčenjih in analizah;
- **Evidenca vzorcev lubja:** Enaka označba kot pri vzorčnih kolutih;
- **Debelina vzorcev lubja:** Izračunana iz povprečja štirih meritev debelin lubja (dve navskrižni meritvi za vsak izseček), v neposredni bližini izžaganih kolotov (v sredini dolžine kosov) odvzetih dveh izsečkov lubja. Natančnost: 1/10 mm;
- **Volumen izsečkov lubja:** Izračun iz povprečne debeline in znane (konstantne) ploščine izsečkov. Natančnost: 1/100 cm<sup>3</sup>;
- **Premer kosov na mestu odvzema vzorcev lubja:** Povzete vrednosti premerov merjenih vzorčnih kolotov;
- **Ploščina lubja na prerezu koluta:** Izračun iz debeline in dolžine oboda koluta v 1/100 cm<sup>2</sup>;
- **Volumenski delež lubja:** Izračun iz razmerja med ploščino lubja in ploščino celotnega kolobarja na prerezu, v %;

- **Volumenska masa lubja:** Izračun iz mase in volumna izsečkov lubja, v kg/m<sup>3</sup>, z natančnostjo 1 dag;
- **Masa izsečkov lubja:** S tehtanjem na precizni tehtnici, točnost 1/10 gr;
- **Vlažnost (suhost) lubja:** Ugotovljena s standardno metodo sušenja in tehtanja vzorcev v laboratoriju, v %;
- **Nominalna gostota lubja (v kg/m<sup>3</sup>):** Izračun iz volumenske mase in deleža (%) suhega lubja;
- **Opombe:** Posebna opažanja pri vzorcih lubja.

Posebej smo evidentirali in analizirali prevzet prostorninski les v obliki metrskih cepanic in polen. Skupaj smo analizirali 50 tovorov, to je 1382 prm, oziroma 710 m<sup>3</sup> lesa (1prm = 0,517 m<sup>3</sup>). Zaradi relativno majhne dobave lesa v tej obliki (le okoli 20 % vseh prevzetih količin), smo se morali zadovoljiti z manjšim številom vzorcev. Tudi tu smo snemali in evidentirali vrednosti vseh pri analizah dolgega oblega lesa že naštetih parametrov. Dodatno smo ugotavljali le povprečno prostorninsko maso lesa (kg/prm) ter razmerje med kubičnim in prostorninskim metrom (pretvorni faktor).

### 3.3 Potek, metode in postopki raziskav

#### 3.3.1 Časovni in vsebinski potek raziskav

S pripravljalnimi deli smo pričeli v aprilu 1996. Ta dela so obsegala:

- Predhodne razgovore med naročnikom in izvajalcem o vsebini, ceni, razdelitvi dela, metodah in poteku raziskav;
- Priprava vsebinskega in časovnega programa raziskav in pogodbe;
- Izdelava navodil za izvajanje terenskih meritev, izdelava računalniškega programa za vnos in analizo podatkov (DBASE) ter izdelava snemalnih listov;
- Priprava in izvedba enodnevnega tečaja za vse sodelavce pri projektu.

S terenskimi snemanji (ob prevzemu lesa pri naročniku raziskav) smo pričeli v začetku junija. Po poprejšnjem dogovoru in pogodbi je bilo določeno, da vse meritve, laboratorijske analize, pomožne izračune in računalniški vnos podatkov opravi naročnik s svojimi, za takšna dela usposobljenimi delavci in s svojo opremo. Nadzor nad korektno opravljenim delom pa opravljajo vodstveni delavci naročnika in izvajalec projekta. Naročnik naj bi redno mesečno pošiljal v pregled izvajalcu prečiščene podatke o opravljenih meritvah. Iz različnih vzrokov to ni bilo dosledno realizirano. Poleg opravljenih pripravljalnih del, nadzora poteka snemanj in pravilnosti podatkov, izvajalec opravi vse potrebne analize in izdela zaključno poročilo v obliki elaborata, in sicer do konca junija 1997.

Da bi ugotovili vpliv letnih obdobij na spreminjanje vrednosti snemanih parametrov so bile po prvotnem programu predvidene letošnje meritve. Zaradi racionalizacije (zahtevne, obsežne in drage meritve) je bilo v začetku februarja sporazumno dogovorjeno, da je zaključek terenskih del ob koncu marca 1997.

#### 3.3.2 Delovne metode in postopki snemanj podatkov

Za vsako posamezno skupino snemanih parametrov, prikazanih v poglavju 3.2, smo pripravili ločene snemalne liste, z oznako A (za dolgi obli kostanjev les), B (za vzorčne kolute in žagovino), C (za prostorninski les) in D (za vzorčenje lubja), kamor smo sproti vpisovali ustrezne podatke. Ti podatki so bili nato vnešeni v računalnik, kjer so služili tudi za izračun (DBASE, QUATRO PRO, EXCEL) vrednosti nekaterih drugih, posrednih parametrov.

Prvi postopek je bil prevzem tovora s tehtanjem, evidentiranje splošnih podatkov in ocenjevanje vrednosti drugih parametrov, navedenih v poglavju 3.2. Vse podatke smo sproti beležili v snemalni list A, jih pozneje preverili in vnesli v računalnik. Enak postopek je bil tudi pri vzorčenju prostorninskega lesa, le da smo tu izmerili še prostornino tovora in vzdolžno na zložaj, z motorno žago, odvzeli vzorec žagovine za analizo vlažnosti lesa.

Nato so bili tovari odpeljani na skladišče, kjer je sledilo razkladanje. Da bi lažje in natančneje opravili vse potrebne meritve in ocene ter odvzeli potrebne vzorce, smo tovore oblega lesa vodoravno razgnili na posebno rampo. Temu je sledilo klupanje posameznih kosov za izračun količine tovora. Dolge in močno krive kose smo zaradi natančnejših meritev razdelili na sekcije, tako, da smo vsak del merili posebej.

Nalednji postopek je bil jemanje vzorčnih kolotov in hkrati žagovine, ki je nastajala pri žaganju kolotov. V ta namen je bilo iz vsakega tovora naključno izbranih šest kosov oblega lesa. Iz vsakega kosa smo nato izžagali na sredini dolžine po en vzorčni kolot. Če je bila na predvidenem mestu odvzema koluta večja napaka lesa (grča, gniloba, trohnoba), smo vzorec izžagali v neposredni bližini. Debelino kolotov je bilo potrebno prilagajati dimenzijam (širini) ksilometra in je bila največ 7 cm, v povprečju pa okoli 5 cm. Vsak kolot smo nato označili z ustrežno številko (tovora) in črko abecede ter ga spravili v neprodušno zaprto polietilensko vrečo. Enak postopek je bil tudi pri vzorcih zbrane žagovine.

Temu je sledilo jemanje vzorcev lubja. V neposredni bližini odžaganih kolotov smo z okroglim kovinskim izsekačem, na nasprotnih si straneh, izsekali po dva vzorca lubja. S kljunastim merilom smo nato vsakemu vzorcu križno izmerili debelino in izračunali povprečje obeh meritev. Iz povprečnih debelin obeh vzorcev pa skupno povprečje za debelino lubja vzorčenega kosa lesa. Izmerjeno vrednost smo vpisali v ustrezen stolpec snemalnega lista, vzorce lubja pa označili s številko tovora in jih zaprli v plastično vrečko.

Vse odvzete vzorce smo nato odnesli v poseben prostor, kjer smo opravili potrebne meritve, oziroma jih pripravili za laboratorijske analize vlage lesa in lubja. Vzorčne kolute smo najprej stehali in iz dveh križnih meritev izračunali srednji premer. Ocenili smo delež lubja na obodu kolotov in jim s ksilometriranjem ugotovili telesnino. Na osnovi ugotovljene mase in telesnine kolotov smo nato izračunali volumensko maso kostanjevega lesa.

Vzorec žagovine (iz vseh šestih kosov oblega lesa) smo pretresli v plastično vedro in ga intenzivno in večkratno ročno premešali. Iz dobro premešane žagovine smo nato vzeli manjšo količino vzorca (250 do 300 gr), ga skupaj z oznako zaprli v vrečko in ga odnesli v laboratorij. Analizo vlažnosti vzorcev žagovine in lubja smo opravili v laboratoriju TANINA po standardni metodi. Iz vzorca žagovine smo zatehtali natančno sto gramski vzorec in ga dali v sušilnik. Prav tako smo najprej ločeno stehali vzorce lubja (skupaj po dva izsečka lubja iz vsakega vzorčenega kosa lesa), vrednosti zabeležili in vzorce dali v sušilnik. Vzorce smo sušili do konstantne mase, pri temperaturi  $102 \pm 3^{\circ} \text{C}$ , običajno preko noči. Sušenju je sledilo ponovno tehtanje vzorcev. Z ozirom na zatehtan sto gramski vzorec žagovine je bila ugotovljena masa suhega vzorca hkrati že masni odstotni delež suhega lesa v vzorcu. Pri vzorcih lubja pa smo ugotovili vlažnost iz razlike med masama svežega in suhega lubja. Na enak način kot vzorce žagovine pri dolgem oblem lesu smo pripravili in analizirali tudi vzorce žagovine pri prostorninskem lesu.

Volumensko maso kostanjevega lesa (v lubju) smo izračunali na podlagi znane mase in telesnine vzorcev, nominalno gostota (masa suhega lesa v  $1 \text{ m}^3$  svežega lesa) pa z zmnožkom volumenske mase in % deležem suhega lesa. Na enak način smo izračunali vrednosti teh parametrov za lubje. Volumenski in masni delež lubja pri kostanjevem lesu pa smo ugotovili iz razmerja ploščin lubja na prerezu kolobarja in celotne ploščine prereza kolobarja.

Vsi izmerjeni in ocenjeni podatki ter podatki nekaterih pomožnih izračunov so bili sproti vnešeni v računalnik (DBASE) neposredno pri prevzemovalcih in izvajalcih vzorčenj lesa, od tu pa posredovani v računalniški center TANINA. Tu so bili opravljeni še nekateri pomožni izračuni, kontrola in popravki ter oblikovane baze podatkov po posameznih snemalnih listih. Dokončno bazo podatkov s potrebnimi popravki in izločitvijo vseh subjektivnih napak, ekstremnih vrednosti ter nepopolnih podatkov pa smo izdelali na Gozdarskem inštitutu. Pri analizah posameznih parametrov smo upoštevali različno število vzorcev in meritev, odvisno od uporabnosti za analize potrebnih podatkov in možnosti povezovanja (usklajenosti) različnih podatkovnih baz. Zato bomo upoštevano število vzorcev in meritev navedli pri analizah posameznih parametrov. V preglednici 1 prikazujemo skupno število vseh vzorcev in opravljenih meritev.

Preglednica 1: Prikaz skupnega števila vzorcev in meritev ter srednjih vrednosti nekaterih ključnih parametrov \*

Vrsta vzorca	N vzorcev	Skupna količina vzorčenega lesa	
		m <sup>3</sup>	ton
- Tovori dolg. oblega lesa	231	2903	3031
- Merjeni (klup.) kosi oblovine	13.713	2903	3031
- Vzorčni koluti lesa	1.383	1,26	1,32
- Vzorci žagovine za obli les	231	-	-
- Vzorci lubja (izsečki)	1.383	-	-
- Tovori prostor. lesa	50	710	656
- Vzorci žagov. za prost. les	50	-	-

\* **Opomba:** Prikazane količine lesa so bile ugotovljene na podlagi meritev z običajnimi metodami (tehtanje, klupanje, izmera prostorninskega lesa). Natančnejše podatke o obsegu vzorčenja in postopkih izračunavanja vrednosti bomo prikazali pri obravnavi posameznih parametrov.

### 3. 3. 3 Uporabljeni pripomočki in oprema

Pri meritvah in vzorčenjih smo uporabljali tele pripomočke:

- **Tovarniško mostno tehtnico TPT 31, Libela, Celje** za ugotavljanje mase tovorov prevzetega lesa. Maso tovorov (neto) smo ugotovili iz razlike med maso polnega (bruto) in maso praznega (tara) vozila.

- **Verižno motorno žago Husqvarna 266 SE profesional, veriga Oregon**, za jemanje vzorčnih kolobarjev in žagovine. Običajni verižni žagi, ki je morala biti dobro vzdrževana (nabrušena, pravilno mazanje), je bila dodana preprosta naprava, ki je služila za pričvrstitev polietilenske vreče ter za zbiranje (usmerjanje) žagovine v vrečo.

- **Premerko Tovarne meril, Slovenj Gradec**, za merjenje premerov pri klupanju dolgega oblega lesa.

- **Kovinsko tračno merilo** za merjenje dolžine kosov in dimenzij tovara pri prostorninskem lesu.

- **Kovinski izsekač (premer 28 mm) in kladivo Unior, Zreče**, za jemanje vzorcev lubja.

- **Kljunasto merilo Borletti 0 - 150 mm**, za ugotavljanje debeline lubja.

- **Polietilenske vrečke** za shranjevanje vzorcev (kolotov, žagovine, izsečkov lubja) do konca vseh meritev. Z neprodušnim shranjevanjem vzorcev smo preprečili vpliv različnih

zunanjih dejavnikov (vlaga, temperatura, padavine) na vzorce, oziroma spremembo vrednosti pred opravljenimi meritvami.

- **Precizna tehtnica** znamke Sartorius, tip PT6 - 000V1, obseg merjenja od 1 do 600g in 1 - 6000 g, notranji razdelek 1g, razred točnosti 1g, za merjenje mase vorčnih kolotov, žagovine in lubja.

- **Ksilometer** domače izdelave za določanje telesnine vzorčnih kolotov. V začetku smo v ta namen uporabljali stekleno posodo z notranjimi merami 300 x 50 x 400 mm in prostornino 6 dm<sup>3</sup>, oziroma litri vode. Volumen vzorcev smo ugotavljali na podlagi razlike nivojev vode pred in po potopitvi vzorca, in sicer s pomočjo milimetrске skale na stenah posode. Uporabljena posoda je bila predhodno večkrat kalibrirana. Ker s tem ksilometrom ni bilo mogoče meriti tudi kolobarjev večjih premerov (nad 300 mm premera), smo za večje premere uporabljali posodo z merami 540,75 x 70,4 x 60 mm. Pri napačnem odčitku nivoja za 1 mm je bila pri manjši posodi, pri srednjem volumnu vzorčenih kolotov 912,14 cm<sup>3</sup>, možna maksimalna napaka ± 1,6 %. Pri večji posodi pa ± 2,3 %.

- **Sušilna komora** znamke Instrumentalija ST - 05, Zagreb, moči 2000 W, nastavitev 105<sup>o</sup> C.

Našteta uporabljena oprema in pripomočki ter postopki vzorčenja so razvidni iz priloženih slik 1 do 10, na straneh 15 - 19 (Avtor: P. Krisper, TANIN).

Vse meritve, pripravo in analizo vzorcev so opravili kvalificirani in izkušeni delavci naročnika raziskav.

#### **4 IZSLEDKI IN UGOTOVITVE RAZISKAV**

Namen naših raziskav je bil ugotoviti praktično uporabnost "lutro" in "atro" metode ugotavljanja količin pri prevzemu kostanjevega lesa, in sicer na osnovi eksperimentalno ugotovljenih vrednosti volumenske mase, njene variabilnosti v času in prostoru ter dejavnike, ki pogojujejo nihanje mase. Volumenska masa, odstotni masni delež suhega, oziroma vsebnost vode v lesu ter nominalna gostota, v soodvisnosti od izvora lesa in časa sečnje, so najpomembnejši izsledki raziskav. Poleg teh osnovnih kazalcev so plod raziskav tudi številni drugi podatki in ugotovitve, kot npr.: podatki o tovorih (struktura, dimenzije, število kosov, masa, volumen), podatki o fizikalnih lastnostih in sestavi dobavljenega kostanjevega lesa (delež lubja, kakovost, zdravost) ter ocena točnosti konvencionalne metode prevzema dolgega in prostorninskega lesa. Vsi ti podatki so pomembni v proizvodnji (evidence, tehnološki izračuni), komerciali (cene, stroški, obračuni, plačilo) in za poslovanje nasploh. Na osnovi analiz zbranih podatkov in ugotovitev naj bi izbrali metodo prevzema lesa, ki bi bila dovolj zanesljiva, operativna in gospodarna, kar je osnovni namen raziskav. Z ustrezno organizacijo ter tehnologijo in tehničnimi sredstvi bi izbrano metodo tudi operacionalizirali.

##### **4.1 Izsledki meritev in analiza objekta raziskav - dolgega oblega kostanjevega lesa**

###### **4.1.1 Število tovorov, količina in srednje vrednosti nekaterih parametrov pri dolgem lesu po virih dobav**

V preglednici 1 so že prikazani nekateri osnovni kazalci o objektih in obsegu vzorčenja. Tu pa bomo podrobneje prikazali še vrednosti nekaterih drugih parametrov, ki so bili upoštevani v analizah, ali pa so drugače pomembni za naročnika. Najprej bomo prikazali nekatere izsledke analiz podatkov konvencionalne metode prevzema lesa (klupanje, izmera prostor. lesa), nato pa izsledke ugotovljene na podlagi vzorčenja (kolobarji, žagovina, izsečki lubja). Temu bodo sledile medsebojne primerjave izsledkov obeh načinov prevzema kostanjevega lesa..



Slika 1 Klupanje posameznih kosov kostanjevega lesa na skladišču



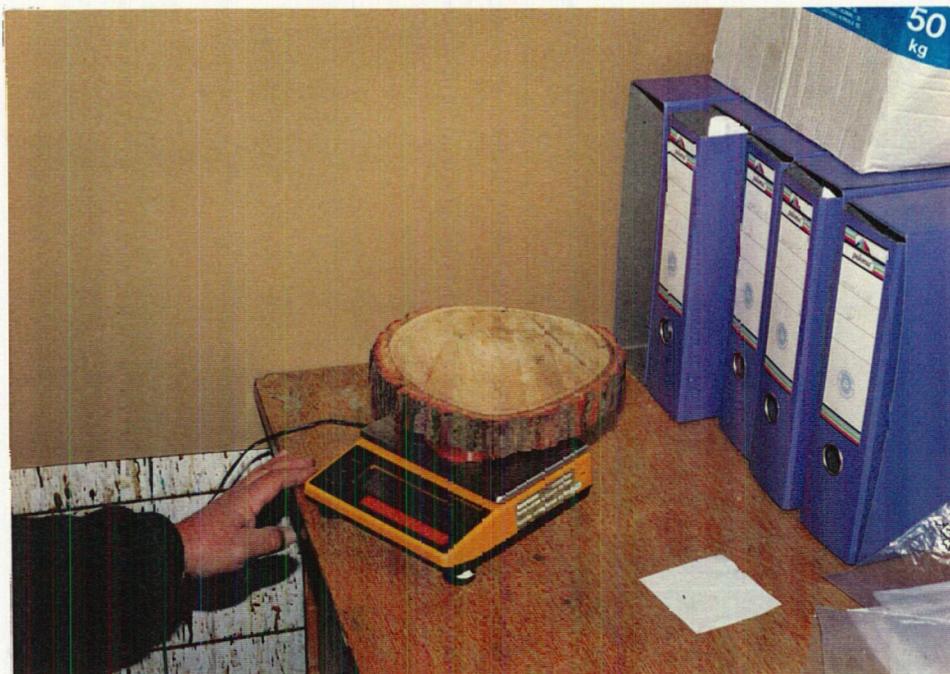
Slika 2: Odvzem vzorčnih kolotov ir. žagovine



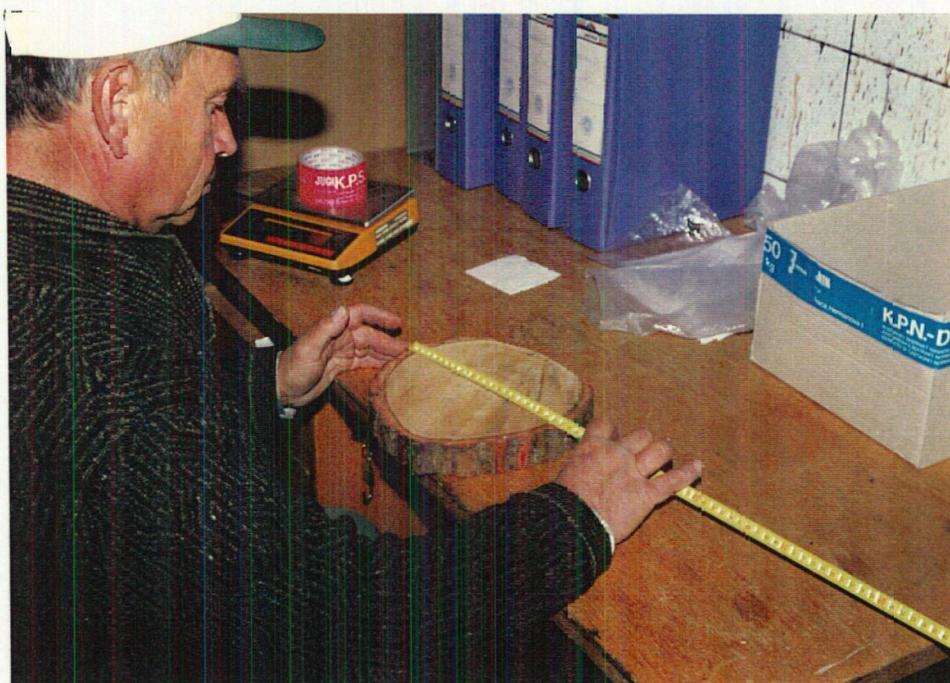
Slika 3: Jemanje vzorcev lubja z izsekačem



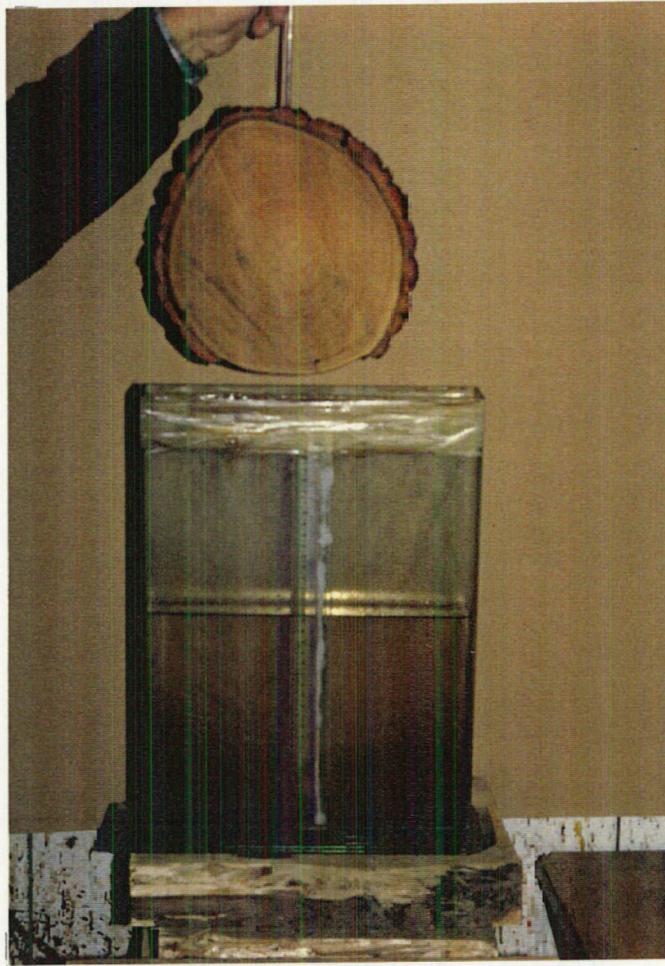
Slika 4: Merjenje debeline kostanjevega lubja



Slika 5: Tehtanje odvzetega vzorčnega koluta



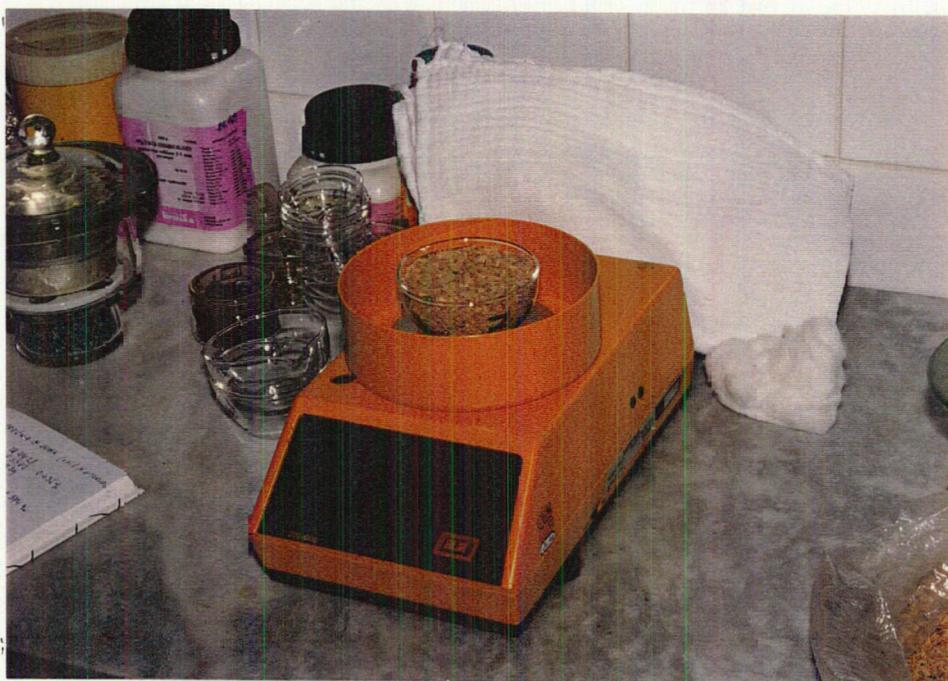
Slika 6: Merjenje povprečnega premera vzorčnega koluta



Slika 7: Ksilometriranje vzorčnega koluta



Slika 8: Priprava žagovine za odvzem vzorca



Slika 9: Natehta 100 gramskega vzorca žagovine



Slika 10: Sušenje vzorcev žagovine v sušilni komori

V analizah načina ugotavljanja količin s konvencionalnima metodama smo upoštevali podatke vseh meritev, to je 231 tovorov dolgega oblega lesa in 50 tovorov prostorninskega lesa (drv).

Povprečna masa tovora dolgega lesa, ugotovljena s tehtanjem na mostni tehtnici, je bila 13,121 ton, skupna masa lesa vseh tovorov pa 3.031 ton. Povprečno je bilo v tovoru 12,57 m<sup>3</sup> lesa (ugotovljeno s klupanjem) in skupaj analiziranih 2.903 m<sup>3</sup> kostanjevega lesa. Povprečno število kosov lesa v tovoru je bilo 59,6, skupno pa klupanih 12.745 kosov. Telesnina povprečnega kosa je bila 0,2117 m<sup>3</sup>, srednja dolžina 4,46 m in srednji premer 23,8 cm.

Strukturo prevzetih in analiziranih tovorov po viru dobav (po GG območjih) prikazuje preglednica 2.

Preglednica 2: Število analiziranih tovorov, količine in srednje vrednosti glavnih parametrov pri dolgem lesu, po virih dobav

Vir dobav (GG območja)	Število tovorov	Količina lesa		Srednje vrednosti		
		m <sup>3</sup>	ton	Vol. masa kg/ m <sup>3</sup>	Nom.gost. kg/ m <sup>3</sup>	Vlažnost %
Kranj	8	115,7	122,2	1025,7	530,7	47,8
Ljubljana	40	526,5	566,8	1046,9	557,9	46,6
Kočevje	1	12,2	12,6	1032,4	553,4	46,4
Novo mesto	42	554,6	586,8	1044,9	565,9	45,7
Brežice	38	393,9	407,4	1025,8	564,2	45,0
Celje	22	321,6	326,9	1021,1	549,7	46,1
Maribor	63	749,2	771,6	1026,0	570,2	44,3
Murska S.	10	114,3	119,9	1017,8	539,9	46,9
Hrvaška	5	114,7	116,7	1038,6	541,7	47,9
<b>SKUPAJ</b>	<b>231</b>	<b>2902,7</b>	<b>3030,9</b>	<b>1032,7</b>	<b>560,9</b>	<b>45,6</b>

**Opomba!** V stolpcu "Količina lesa" so upoštewane vse prevzete in merjene količine lesa. Srednje vrednosti pa so izračunane iz že prečiščenih podatkov. Zato neposreden izračun prikazanih srednjih vrednosti iz količin lesa ni pravilen. Enako velja tudi za vse preglednice do št. 12.

Iz tabele je razvidno, da so prevladovale dobave lesa predvsem iz severnega in vzhodnega dela Slovenije, zlasti iz GG območja Maribor, N.mesto in Brežice, pa tudi iz GG Ljubljana. Znano je, da je v gozdovih na teh območjih tudi največ pravega kostanja. Iz tujine (Hrvaška) je bilo uvoženih le 3% vseh količin.

Povprečna ugotovljena volumenska masa je bila 1032,7 kg/m<sup>3</sup>, nominalna gostota 560,9 kg/m<sup>3</sup> in vlažnost lesa 45,6%.

Značilne so razlike med vrednostmi po posameznih območjih. Najtežji les je bil iz območja GG Ljubljana (+ 1,4% nad povprečjem), najlažji pa iz GG območja Celje (- 2,8% pod povprečjem). Največja nominalna gostota je ugotovljena pri lesu iz GG območja Maribor, najmanjša pa pri lesu iz GG območja Kranj. Skupaj z lesom iz Hrvaške je imel ta les tudi največjo stopnjo vlage, najmanjšo pa les iz območja GG Maribor. V vseh prikazanih vrednostih seveda niso upoštevani različni dejavniki, ki pogojujejo variabilnost vrednosti prikazanih parametrov (čas poseka, vremenski vplivi, zdravost - fiziološka kondicija v času poseka, osušenost lesa zaradi skladiščenja in drugo). Te vplive si bomo ogledali v nadaljnjih prikazih.

## 1.2 Število tovorov, količina lesa in srednje vrednosti pomembnejših parametrov po času poseka lesa

Znano je, da se vsebnost vode, in s tem tudi masa lesa stoječega drevja, spreminja v posameznih letnih obdobjih. Da bi ugotovili vpliv časa poseka na variabilnost raziskovanih parametrov smo evidentirali tudi ta parameter. Natančnejša evidenca (po dnevih, mesecih) ni bila mogoča, saj o tem ni bilo zanesljivih podatkov. Poleg tega je bil v istem tovoru tudi les, ki je bil posekan v različnem času. Še poseben problem pa je bilo dejstvo, da je velik del lesa bolj ali manj posušen že pred posekom (sušenje kostanja zaradi bolezni). To dejstvo in nepoznavanje točnejšega časa poseka, sta onemogočila tudi analizo vpliva časa skladiščenja na spreminjanje mase lesa. Vrednosti pomembnejših analiziranih parametrov, po letnih obdobjih poseka, so prikazane v preglednici 3.

Preglednica 3: Nekateri količinski kazalci raziskovanih parametrov po letnih obdobjih poseka lesa

Letno obdobje poseka lesa	Število tovorov	Analizir. količ. lesa		Srednje vrednosti		
		m <sup>3</sup>	ton	Vol. masa kg/m <sup>3</sup>	Nom. gost. kg/m <sup>3</sup>	Vlaga %
1.X. - 30.III. (jes.-zim.obd.)	61	750,8	799,2	1037,5	567,0	45,4
1.IV. - 30.VI (spomlad.obd.)	26	328,4	327,3	1000,4	556,6	44,3
1.VII. - 30.IX (polet.obd.)	144	1823,5	1904,4	1036,4	560,3	45,9
SKUPAJ	231	2902,7	3030,9	1032,7	560,9	45,6

S primerjavo prikazanih vrednosti v preglednici 3 ugotavljamo, da je bilo največ prevzetih tovorov in količin lesa posekanih v poletnem obdobju. Najtežji les, z največjo nominalno gostoto je bil iz jesensko-zimskega obdobja, najlažji pa iz spomladanskega obdobja poseka, z najmanjšo nominalno gostoto. Les iz tega obdobja poseka je imel tudi nižjo stopnjo vlažnosti.

### 4.1.3 Kazalci analiziranih tovorov po stanju lesa zaradi vremenskih vplivov

Nakladanje, prevoz, prevzem in meritve lesa so bili opravljeni v različnih vremenskih razmerah: v suhem in sončnem vremenu, v deževju, sneženju in tudi zmrzovanju. Posledice so bile, da je bil les pri prevzemu v različnem stanju: suh, namočen, snežen in leden. Čeprav je iz literature (NEUSSER, 1987) poznano, da so ti vplivi pri uporabi "atro" metode zanemarljivi, smo jih skušali v naših raziskavah ovrednotiti. Obseg vzorčenja in nekateri kazalci so za našeta stanja lesa prikazani v preglednici 4.

Preglednica 4: Število tovorov, količine lesa in srednje vrednosti glavnih parametrov po stanju lesa zaradi vplivov vremena

Stanje lesa - vplivi vremena	Število tovorov	Količ. lesa		Srednje vrednosti		
		m3	ton	Vol.masa kg/m3	Nom.gost. kg/m3	Vlaga %
suh les	141	1987,3	2047,4	1024,3	561,9	45,1
namočen les	51	693,2	735,6	1051,8	562,7	46,4
leden les	8	102,6	110,0	1038,8	539,3	48,1
snežen les	11	119,6	137,9	1061,7	557,5	47,2
<b>SKUPAJ</b>	231	2902,7	3030,9	1032,7	560,9	45,6

Iz preglednice je razvidno, da je bil najlažji suh les, ki je imel tudi najmanjšo vlažnost. V povprečju je volumenskega masa suhega lesa manjša za 1% od srednje vrednosti vseh tovorov in za 3,5% manjša od zasneženega lesa. Ugotovitve se ujemajo z ugotovitvami nekaterih drugih raziskav (NEUSSER, 1987).

#### 4.1.4 Količina in struktura tovorov po deležu suhega lesa

Zaradi znane kostonjeve bolezni ter različnega trajanja, kraja in letnega obdobja skladiščenja pred odvozom lesa iz gozda, je bila stopnja vlažnosti pri prevzemu lesa različna. Količinske so te razlike smo skušali ugotoviti z okularno oceno deležev suhega (osušenega) lesa v prevzetih tovorih. Ocenjevali smo s 5 odstotno natančnostjo, za analize pa smo ocene združevali v razrede, kot je razvidno iz preglednice 5.

Preglednica 5: Količine in vrednosti nekaterih parametrov po ocenjenih deležih suhega lesa

Razredi osušenosti lesa v %	Število tovorov	Količina lesa		Srednje vrednosti		
		m3	ton	Vol.masa kg/m3	Nominal.gost. kg/m3	Vlaga %
0	32	389,4	413,2	1044,9	554,4	46,9
0 do 20	80	1005,4	1065,0	1034,4	557,5	46,1
20 do 40	69	921,6	951,3	1028,5	563,8	45,1
40 do 60	22	255,1	262,9	1026,0	560,2	45,3
60 do 80	11	141,2	142,1	1007,0	551,6	45,1
80 do 100	17	190,0	196,4	996,6	560,4	43,4
<b>SKUPAJ</b>	231	2902,7	3030,9	1032,7	560,9	45,6

Razvidne so značilne razlike med volumenskimi masami lesa po razredih ocenjene suhosti. Tako je razlika med volumensko maso svežim lesom (0 %) in v pretežno suhim lesom (80-100%) kar 4,8%. Odstopanja od srednje vrednosti volumenske mase pa so v intervalu med +1,2 in - 3,5%. Na učinkovitost okularnih ocen suhosti lesa v tovoru kažejo tudi značilne razlike v srednjih vlažnostih lesa po razredih osušenosti.

#### 4.1.5 Analizirane količine in vrednosti glavnih parametrov po deležih lesa brez lubja

Zaradi sušenja pri stoječem drevju ter pri poseku, spravilu in prevozu odpadejo od lesa večje ali manjše količine lubja. Ker to lahko vpliva na spreminjanje vrednosti raziskovanih parametrov, smo ocenjevali tudi ta parameter, in sicer na 5 % natančno. V preglednici 6 so razvidne ustrezne ugotovitve po razširjenih razredih (20%) deležev lesa brez lubja.

Preglednica 6: Analizirani tovari, količine in vrednosti glavnih parametrov po deležih lesa brez lubja

Delež lesa brez lubja (%)	Število tovorov	Količina lesa			Srednje vrednosti		
		m <sup>3</sup>	ton	Vol.masa kg/m <sup>3</sup>	Nom.gost. kg/m <sup>3</sup>	Vlaga %	
0	26	317,2	334,6	1034,3	551,9	46,6	
0 do 20	98	1235,5	1299,3	1038,4	562,6	45,7	
20 do 40	75	1006,4	1043,5	1034,8	559,7	45,8	
40 do 60	12	127,1	130,8	1030,8	562,1	45,4	
60 do 80	12	130,3	135,1	1000,5	571,9	42,6	
80 do 100	8	86,2	87,6	987,9	557,5	43,2	
<b>SKUPAJ</b>	<b>231</b>	<b>2902,7</b>	<b>3030,9</b>	<b>1032,7</b>	<b>560,9</b>	<b>45,6</b>	

Le pri 11% analiziranih tovorov je bilo lubje v celoti ohranjeno. Kar pri treh četrтинah tovorov pa je manjkalo do 40% lubja. V povprečju je odpadlo do prevzema lesa 21% lubja. Ker je masa lubja nižja od mase lesa v lubju in mase samega lesa, je razumljivo, da to vpliva tudi na spreminjanje volumenske mase, kot je razvidno iz preglednice. Prav tako se spreminja tudi vlažnost, saj je sušenje lesa brez lubja hitrejše kot je sušenje v lubju.

#### 4.2 Izhodiščni kazalci in srednje vrednosti parametrov pri prostorninskem lesu (drveh) po nekaterih vplivnih dejavnikih

Enako, kot pri dolgem oblem lesu (goleh), smo tudi pri prostorninskem lesu želeli ugotoviti vpliv nekaterih dejavnikov na spreminjanje vrednosti osnovnih parametrov raziskav. Kot je razvidno iz nadaljnjih prikazov (preglednice 7 - 14), smo ocenjevali in evidentirali iste vplive in z enakimi merili, kot pri dolgem oblem lesu.

Preglednica 7: Število tovorov, količine lesa in vrednosti osnovnih parametrov pri prostorninskem lesu, po virih dobave lesa

Vir dobave (GG območ.)	Število tovorov	Količina lesa			Srednje vrednosti		
		prm	m <sup>3</sup> *	ton	Vol.masa kg/prm	Nom.gost. kg/prm	Vlaga %
Kranj	9	172,0	87,2	83,4	478,7	262,7	45,2
N. mesto	5	85,0	45,4	42,6	504,5	274,2	45,4
Brežice	9	132,0	70,1	61,2	459,7	284,3	38,5
Celje	25	954,2	486,3	450,0	467,7	270,1	42,0
Maribor	2	39,0	21,1	18,4	469,7	300,5	35,4
<b>SKUPAJ</b>	<b>50</b>	<b>1382,2</b>	<b>710,1</b>	<b>655,6</b>	<b>471,6</b>	<b>273,1</b>	<b>41,9</b>

\* **Opomba!** Za preračun prm v m<sup>3</sup> so bile uporabljene srednje vrednosti volumenskih mas ugotovljene na podlagi vzorčnih kolotov. Enako tudi v preglednicah 8 do 12.

Od skupne količine prevzetega in analiziranega lesa, to je 3612,8 m<sup>3</sup>, je bilo le 19,7% prostorninskega lesa (drv). Vse ostalo je bila hlodovina in dolgi obli les. 70 % vsega prostorninskega lesa je bilo iz območja GGO Celje. Povprečna vlažnost tega lesa ob prevzemu je bila za 8 % nižja, kot je bilo povprečje pri oblem lesu. Vzrok je v intenzivnejšem sušenju v polena izdelanega lesa. Izračunani povprečni pretvorni faktor je: 1 prm = 0,514 m<sup>3</sup> in 1m<sup>3</sup> = 1,945 prm.

Preglednica 8: Osnovni kazalci in vrednosti parametrov po letnih obdobjih poseka pri prostorninskem lesu

Letno obdobje poseka	Število tovorov	Količina lesa			Srednje vrednosti		
		prm	m <sup>3</sup>	ton	Vol.masa kg/prm	Nom.gost. kg/prm	Vlaga %
1.X. do 30.III.	25	546,5	275,8	256,6	470,0	268,9	42,9
1.IV. do 30.VI	15	469,4	246,0	225,2	475,8	273,3	41,3
1.VII. do 30.IX	10	366,3	188,3	173,8	465,6	279,8	40,1
<b>SKUPAJ</b>	<b>50</b>	<b>1382,2</b>	<b>710,1</b>	<b>655,6</b>	<b>471,6</b>	<b>273,1</b>	<b>41,9</b>

Preglednica 9: Osnovni kazalci in vrednosti parametrov po stanju lesa zaradi vplivov vremena

Stanje lesa	Število tovorov	Količine lesa			Srednje vrednosti		
		prm	m <sup>3</sup>	ton	Vol.masa kg/prm	Nom.gost. kg/prm	Vlaga %
suh	38	1088,2	556,9	513,7	467,9	272,3	41,7
namočen	12	294,0	153,2	141,9	481,4	278,7	42,6
leden	-	-	-	-	-	-	-
snežen	-	-	-	-	-	-	-
<b>SKUPAJ</b>	<b>50</b>	<b>1382,2</b>	<b>710,1</b>	<b>655,6</b>	<b>471,6</b>	<b>273,1</b>	<b>41,9</b>

Vpliv namočenosti (dež!) prevzetega lesa se izraža v nekoliko povečani povprečni vlažnosti, in sicer le za 0,9 odstotnih točk. Za 2,6% je tudi večja masa namočenega lesa v primerjavi s suhim lesom. Ledeni in sneženi tovari prostorninskega lesa niso bili analizirani, saj jih ni bilo.

Preglednica 10: Osnovni kazalci in vrednosti parametrov po deležih osušenega lesa v tovorih

Delež osušenega lesa v %	Število tovorov	Količine lesa			Srednje vrednosti		
		prm	m <sup>3</sup>	ton	Vol.masa kg/prm	Nomin.gost. kg/prm	Vlaga %
0	3	61,0	34,0	32,8	539,5	312,4	41,3
0 do 20	8	256,8	125,8	115,6	449,9	258,5	41,8
20 do 40	22	579,2	295,6	280,9	471,5	263,0	44,3
40 do 60	13	418,2	219,8	196,4	469,0	278,5	40,5
60 do 80	1	19,0	9,3	7,7	408,4	283,4	30,6
80 do 100	3	48,0	25,6	23,2	482,3	292,1	39,1
<b>SKUPAJ</b>	<b>50</b>	<b>1382,2</b>	<b>710,1</b>	<b>655,6</b>	<b>471,5</b>	<b>273,1</b>	<b>41,9</b>

Povsem svežega prostorninskega lesa je bilo pri prevzemu le 3,8%. Ves ostali les pa je bil bolj ali manj naravno osušen, bodisi, da je bilo posušeno že stoječe drevje, ali se je les osušil pri izdelavi, manipulaciji in skladiščenju.

Preglednica 11: Količinski in vrednostni kazalci po deležih (razredih) lesa brez lubja

Deleži lesa brez lubja v %	Število tovorov	Količine lesa			Srednje vrednosti		
		prm	m <sup>3</sup>	ton	Vol.masa kg/prm	Nom.gost. kg/prm	Vlaga %
0	36	1005,2	518,2	481,1	474,1	270,2	42,7
0 do 20	9	221,8	113,6	104,5	468,3	275,6	41,5
20 do 40	5	155,2	78,3	71,0	456,3	272,8	40,1
<b>SKUPAJ</b>	<b>50</b>	<b>1382,2</b>	<b>710,1</b>	<b>655,6</b>	<b>471,6</b>	<b>273,1</b>	<b>41,9</b>

Po ocenah je bilo bilo v tovorih največ do 40% polen brez lubja. Tako kot pri dolgem oblem lesu se tudi tu z naraščanjem deleža olupljenega lesa zmanjšuje vlažnost lesa, povečuje pa se volumenska masa, saj je sam les težji od lubja.

Preglednica 12: Količinski in vrednostni kazalci po deležu okroglic (necepanih polen) v tovorih prostorninskega lesa

Delež okroglic v %	Število tovorov	Količina lesa			Srednje vrednosti		
		prm	m <sup>3</sup>	ton	Vol.masa kg/prm	Nom.gost. kg/prm	Vlaga %
0	3	62,0	31,6	28,4	457,9	279,2	31,6
0 do 20	21	536,7	276,0	253,9	472,6	267,5	43,1
20 do 40	17	471,2	240,4	220,1	463,5	273,9	40,8
40 do 60	5	176,3	90,8	86,4	477,2	269,7	43,1
60 do 80	3	116,0	59,6	56,3	483,1	265,2	44,9
80 do 100	1	20,0	11,7	10,6	531,0	317,5	40,2
<b>SKUPAJ</b>	<b>50</b>	<b>1382,2</b>	<b>710,1</b>	<b>655,6</b>	<b>471,6</b>	<b>273,1</b>	<b>41,9</b>

Iz preglednice lahko ugotovimo, da z večanjem deleža okroglic v tovoru, nekoliko narašča volumenska masa in tudi vlažnost lesa. Znano je, da je v splošnem masa drobnega drevja in zgornjih delov dreves (krošnje), večja kot deblovine. Zaradi večje površine z lubjem pa je tudi počasnejše sušenje lesa in zato večja stopnja vlažnosti lesa.

#### 4.3 Osnovni kazalci in vrednosti parametrov pri raziskavah fizikalnih lastnosti lesa na podlagi vzorčnih kolotov

Tudi s pomočjo meritev na podlagi vzorčnih kolotov smo ugotavljali vrednosti doslej prikazanih parametrov in njihovo spreminjanje zaradi različnih vplivnih dejavnikov. Medsebojna primerjava izsledkov obeh metod merjenja (standardna, težinska) nam omogoča ugotovitev razlik ter oceno natančnosti in uporabnosti posamezne metode merjenja prevzetih količin lesa.

Od skupnega števila merjenih vzorcev (kolotov), to je 1383, smo v analizah upoštevali 1168 vzorcev, to je 84,5% vseh vzorčnih kolotov. Iz analiz smo torej izločili 215 delnih vzorcev, in sicer predvsem zaradi očitnih napak, ki so nastale pri meritvah posameznih vzorcev. Glavni kriterij pri izločanju je bila na podlagi vzorcev izračunana volumenska masa lesa, ki je od povprečja odstopala za več kot  $\pm 20\%$  ( $< 750 \text{ kg/m}^3$  in  $> 1200 \text{ kg/m}^3$ ). Iz prečiščenih podatkov, ugotovljenih na osnovi vzorčnih kolotov, smo nato izračunali povprečja za posamezne analizirane tovore. Vse nadaljnje analize so torej opravljene na podlagi povprečij vrednosti vseh parametrov za osnovne vzorce, to je tovore lesa. Takšne analize je pogojeval tudi osnovni izhodiščni parameter - vlažnost lesa, ki je bila merjena le za celotne tovore in ne za posamezne kose (kolote) lesa v tovorih. Na opisan način prečiščen obseg vzorčenja na podlagi kolotov ter povprečne vrednosti nekaterih parametrov, so po raziskovanih možnih vplivih prikazani v naslednjih preglednicah:

Preglednica 13: Obseg vzorčenja in vrednosti glavnih parametrov po virih dobav lesa

Vir lesa (GG območ.)	Število vzor. kolot.	Srednje vrednosti		
		Premer koluta (v cm)	Vol. masa lesa $\text{kg/m}^3$	Nomin. gostota $\text{kg/m}^3$
Kranj	40	18,7	966,2	499,7
Ljubljana	202	18,5	946,6	503,9
Kočevje	5	28,6	958,5	513,8
N.mesto	212	19,3	953,0	516,5
Brežice	192	19,6	938,2	516,0
Celje	167	20,4	940,6	503,0
Maribor	318	20,1	944,2	523,6
M. Sobota	6	22,7	947,7	503,0
Hrvaška	26	20,8	958,7	513,3
<b>SKUPAJ</b>	<b>1168</b>	<b>19,7</b>	<b>946,0</b>	<b>513,3</b>

Največje število vzorčnih kolotov je bilo analiziranih pri lesu iz GGO Maribor, kjer je bilo tudi največ tovorov, najmanj iz GGO Kočevja (le en tovor). Razlike v povprečnih premerih analiziranih kolotov (kosov lesa v tovoru) so relativno majhne, če ne upoštevamo tovor iz GGO Kočevja. Nekoliko odstopa tudi povprečen premer iz GGO M. Sobote. Vse ostale vrednosti pa so v intervalu med + 1,1 cm in - 1,2 cm okoli srednje vrednosti. Relativno majhne razlike so tudi v povprečnih volumenskih masah, saj se razlikujejo od srednje vrednosti

(946,0 kg/m<sup>3</sup>) le v intervalu med + 20,2 kg (2,1%) in - 7,8 kg (0,1%) . Nominalne gostote pa so v intervalu  $\pm 2\%$  okoli srednje vrednosti za vse analizirane količine lesa.

Preglednica 14: Število vzorcev in srednje vrednostni glavnih parametrov po letnih obdobjih poseka lesa

Letno obdobje poseka lesa	Število vzor.kolut.	Srednje vrednosti		
		Premer koluta cm	Vol. masa lesa kg/m <sup>3</sup>	Nom. gost. lesa kg/m <sup>3</sup>
1.10. - 30.3.	354	21,2	950,7	511,3
1.4. - 30.6.	147	21,2	934,3	508,5
1.7. - 30.9.	667	18,8	946,0	515,0
SKUPAJ	1168	19,7	946,0	513,5

Iz prikazanih podatkov ni razvidna odvisnost povprečnih vrednosti glavnih parametrov od letnega časa poseka. Najtežji je les iz zimske, najlažji pa iz spomladanske sečnje. V spomladanskem in poletnem obdobju je sušenje lesa intenzivnejše, kar vpliva tudi na zmanjšano maso lesa. Poleg vremenskih razmer, je odločilen tudi vpliv čas skladiščenja (čas od poseka do prevzema lesa), ki pa ga ni bilo možno ugotavljati in upoštevati.

Preglednica 15: Število vzorcev in vrednosti parametrov po oceni stanja kolutov glede vlažnosti (suhosti)

Stanje kolutov	Število vzor.kolut.	Srednje vrednosti		
		Premer koluta cm	Vol. masa lesa kg/m <sup>3</sup>	Nom.gostota lesa kg/m <sup>3</sup>
suh les	95	15,6	884,0	538,2
osušen les	297	20,5	932,7	510,8
svež les	776	19,6	951,5	513,5
SKUPAJ	1168	19,7	946,0	513,5

Ocenjeno stanje vzorčnih kolutov, glede osušenosti, kaže značilne razlike predvsem v volumenski masi lesa. Tako je svež les za 67,5 kg/m<sup>3</sup> (7,6%) težji od suhega lesa. Od povprečja pa je suh les lažji za 6,6%, svež les pa težji za 5,8%.

Preglednica 16: Obseg vzorčenja in srednje vrednosti po stanju vzorčnih kolutov zaradi vremenskih vplivov

Stanje kolutov	Število vzor. kolutov	Srednje vrednosti		
		Premer kolut. cm	Vol. masa lesa kg/m <sup>3</sup>	Nom. gost. lesa kg/m <sup>3</sup>
suh	730	19,8	941,3	514,8
namočen	324	19,3	955,6	512,8
leden	42	18,5	951,6	591,4
snežen	72	20,3	960,5	502,0
SKUPAJ	1168	19,7	946,0	513,5

Tudi stanje lesa zaradi vremenskih vplivov pogojuje spreminjanje volumenske mase lesa. Tako je suh les v povprečju za 1,5% lažji od namočenega lesa (dež). Od povprečne volumenske mase (946 kg/m<sup>3</sup>) pa vrednosti zaradi vremenskih vplivov varirajo v intervalu med - 0,5 in + 1,5%. Na splošno so vremenski vplivi na spreminjanje mase lesa majhni in jih lahko v praksi zanemarimo, saj se njihov vpliv neposredno izraža že v variabilnosti vlažnosti in volumenske mase, ki jih ugotovimo za posamezne tovore lesa.

Preglednica 17: Število vzorcev in srednje vrednosti glavnih parametrov po deležih oboda kolobarjev brez lubja

Delež oboda kolut. brez lub. %	Število vzor. koluta	Srednje vrednosti		
		Premer kolut. cm	Vol.masa lesa kg/m <sup>3</sup>	Nom.gost. lesa kg/m <sup>3</sup>
0	677	18,6	953,0	517,4
0 do 20	202	20,0	951,8	521,3
20 do 40	136	21,9	955,4	517,7
40 do 60	84	22,2	936,0	514,3
60 do 80	33	24,4	944,0	509,5
80 do 100	36	25,2	918,7	495,5
<b>SKUPAJ</b>	<b>1168</b>	<b>19,7</b>	<b>945,6</b>	<b>513,5</b>

Glede na dejstvo, da je masa lubja manjša kot je masa lesa (v lubju), je tudi razumljiv trend padanja vrednosti volumenske mase z večanjem deležev oboda koluta brez lubja. Tako je les, ki je v celoti v lubju, za 3,7% težji od olupljenega lesa in za 0,8% težji od srednje vrednosti. Nerazumljiva pa je očitna zakonitost, da z večanjem premera koluta narašča tudi delež obodov kolotov brez lubja. Domnevamo, da je to lahko le posledica starejšega, debelejšega in krhkejšega lubja, ki se lažje odloči od lesa. Možni vzroki so tudi bolezni kostanja in biološko-kemična razgradnja lesa (trohnoba).

#### 4.4 Obseg vzorčenja in vrednosti parametrov, ugotovljene z vzorčenjem žagovine

Število odvzetih in analiziranih vzorcev žagovine je enako številu tovorov, tako pri dolgem oblem lesu, kot pri prostorninskem lesu, saj smo iz vsakega tovara odvzeli po en vzorec. Število vzorcev žagovine in srednje vrednosti ugotovljenih vlažnosti lesa, po raziskovanih vplivih, smo že prikazali v preglednicah 2 do 12. Tu naj le opomnimo, da vedno upoštevamo utežne odstotke vlage, in sicer glede na maso svežega ("lutro") lesa.

#### 4.5 Način in obseg vzorčenja lubja ter srednje vrednosti glavnih parametrov po raziskovanih vplivih

Namen raziskave lubja je bil ugotoviti njegove osnovne fizikalne lastnosti (maso, volumen, vlažnost) in spreminjanje teh lastnosti pod vplivov različnih dejavnikov, vse v povezavi z ustreznimi parametri prevzetega lesa. Te raziskave smo opravili le pri dolgem oblem lesu. Za izračun volumenske mase je bilo potrebno ugotoviti maso in telesnino lubja, za nominalno gostoto pa še vlažnost lubja. Telesnino smo izračunali na podlagi izmere debeline in znane ploščine vzorcev, vlažnost pa z laboratorijsko analizo. Masni in volumenski delež smo ugotovili iz ploščinskega razmerja med lubjem in lesom na prerezu kolotov. Obseg vzorčenja in vrednosti nekaterih parametrov so prikazani v preglednicah 18 do 21.

Preglednica 18: Obešeg vzorčenja in spreminjanje vrednosti nekaterih fizikalnih lastnosti lubja po virih prevzetega lesa

Vir lesa (GG območ.)	Število vzorcev	Srednje vrednosti			
		Debel. lubja mm	Vol. masa kg/m <sup>3</sup>	Nom. gost. kg/m <sup>3</sup>	Vlaga %
Kranj	8	6.6	723.1	418.8	41.8
Ljubljana	42	7.2	696.9	389.6	43.6
Kočevje	1	12.0	658.8	394.3	40.2
Novo mesto	39	7.3	706.9	400.1	42.3
Brežice	37	7.6	682.6	398.0	40.9
Celje	21	7.5	701.7	429.7	37.9
Maribor	63	7.6	701.4	405.3	41.3
M. Sobota	7	7.5	732.7	383.3	47.5
Hrvaška	5	7.9	674.4	389.6	41.6
<b>SKUPAJ</b>	<b>223</b>	<b>7.5</b>	<b>699.4</b>	<b>401.9</b>	<b>41.8</b>

Iz preglednice je razvidno, da je bila večina prevzete količine kostanjevega lesa, in s tem tudi opravljenih analiz lubja, iz gozdnogospodarskih območij vzhodne in severovzhodne Slovenije, pri čemer izstopa predvsem GG Maribor. Ugotovljena odstopanja povprečne debeline lubja po posameznih GGO, od povprečne debeline lubja celotnega vzorčenja (7.5mm), so razmeroma majhna, z izjemo tovcrov iz GG Kranj, predvsem pa GG Kočevje, od koder je bil dobavljen le en tovor in to izjemno debelega kostanjevega lesa. Pri volumenski masi lubja so odstopanja od povprečja (699,4 kg/m<sup>3</sup>) po virih dobav nekoliko večja, ravno tako tudi pri nominalni gostoti lubja. Nekoliko večji delež vlage je bil ugotovljen v lubju kostanja iz GGO M. Sobote.

Preglednica 19: Število vzorcev in srednje vrednosti parametrov lubja po letnih obdobjih poseka lesa

Obdobje poseka	Število vzorcev	Srednje vrednosti			
		Debel. lubja mm	Vol. masa kg/m <sup>3</sup>	Nom. gost. kg/m <sup>3</sup>	Vlaga %
I. X. do 30. III.	61	8.1	688.5	381.4	43.7
I. IV. do 30. VI.	20	7.4	679.5	415.6	37.6
I. VII. do 30. IX.	142	7.2	706.8	408.8	41.5
<b>SKUPAJ</b>	<b>223</b>	<b>7.5</b>	<b>699.4</b>	<b>401.9</b>	<b>41.8</b>

Iz prikazanih podatkov lahko ugotovimo, da letno obdobje poseka lesa znatno vpliva na spreminjanje vrednosti posameznih parametrov lubja. Spremembe so zlasti opazne pri debelini lubja, kjer povišane temperature v spomladanskem, zlasti pa v poletnem času vplivajo na izsuševanje lubja in s tem na njegovo debelino. V tem času znatno poraste tudi volumenska masa in nominalna gostota samega lubja.

Preglednica 20: Število vzorcev in srednje vrednosti fizikalnih lastnosti lubja po ocenah stanja suhosti oblovine

Stanje lesa-lubja	Število vzorcev	Srednje vrednosti			
		Debelina lub. mm	Vol.masa kg/m <sup>3</sup>	Nom.gost. kg/m <sup>3</sup>	Vlaga %
suh	4	5.7	651.3	427.6	34.7
osušen	48	6.9	680.0	418.4	37.4
svež	171	7.7	706.0	396.7	43.1
SKUPAJ	223	7.5	699.4	401.9	41.8

Iz prikazanih podatkov vidimo, da na debelino lubja, volumensko maso in nominalno gostoto lubja značilno vpliva stanje - kvaliteta lesa in ob tem tudi stanje lubja. Svež zdrav les s svežim lubjem ima tako znatno debelejšo lubje kot suh les.

Preglednica 21: Število vzorcev in vrednosti fizikalnih lastnosti lubja po stanju lesa- lubja zaradi vremenskih vplivov

Stanje lesa -lubja	Število vzorcev	Srednje vrednosti			
		Debel.lub. mm	Vol.masa kg/m <sup>3</sup>	Nom.gost. kg/m <sup>3</sup>	Vlaga %
suh	154	7.5	684.4	406.1	39.9
namočen	50	7.4	727.1	397.8	44.5
leden	8	7.6	784.1	381.1	51.0
snežen	11	7.9	722.4	376.7	47.3
SKUPAJ	223	7.5	699.4	401.9	41.8

Na spreminjanje volumenske mase in nominalne gostote lubja imajo zelo močan vpliv tudi vremenske razmere. Ni namreč vseeno, ali je les v času prevzema suh ali zmrznjen. Predvsem pri ledenem ali zmrznjen lesu volumenska masa lubja znatno poraste.

#### 4.5.1 Volumenski in masni deleži lubja pri obtem kostanjevem lesu ter spreminjanje deležev zaradi vpliva različnih dejavnikov

S spreminjanjem osnovnih fizikalnih lastnosti lubja zaradi vpliva različnih dejavnikov, se spreminjajo tudi volumenski in masni deleži lubja, tako pri svežem, kot tudi absolutno suhem lesu. Vprašanje je, ali so te razlike značilne in upoštevanja vredne pri prevzemu in rabi kostanjevega lesa v proizvodnji tanina. Ti izsledki so razvidni iz preglednic 22 do 25.



Preglednica 22: Masni in volumenski delež lubja pri kostanjevem lesu po virih dobav

Vir dobave (GG območ.)	Srednje vrednosti			
	Premer kolotov z lubjem cm	Debelina lubja mm	Masni delež lubja %	Volum. delež lubja %
Kranj	18.7	6.6	10.7	14.6
Ljubljana	18.5	7.2	10.9	15.4
Kočevje	28.6	12.0	10.6	16.1
Novo mesto	19.2	7.3	11.1	15.2
Brežice	19.6	7.6	11.3	15.9
Celje	20.4	7.5	11.2	15.2
Maribor	20.1	7.6	11.3	15.4
Murska Sobota	21.5	7.5	10.6	14.1
Hrvaška	20.8	7.9	11.1	16.6
SKUPAJ	19.6	7.5	11.1	15.4

Preglednica kaže, da ugotovljeni povprečni masni, kot tudi volumenski delež lubja, po viru dobave (GG območjih), bistveno ne odstopajo od ugotovljenega povprečnega deleža za vse analizirane vzorce. Nekoliko večja odstopanja so ugotovljena le pri dobavah iz GG Kranj, Kočevje in M.Sobota, za kar je najverjetnejši vzrok v majhnem številu prevzetih tovorov, oziroma majhnem številu analiziranih vzorcev lubja.

Preglednica 23: Masni in volumenski delež lubja v soodvisnosti od letnega obdobja poseka lesa

Letno obdobje poseka lesa	Srednje vrednosti			
	Premer kolut. z lubjem cm	Debelina lubja mm	Masni delež lubja %	Volum.delež lubja %
1. X. do 30.III.	21.2	8.1	10.7	15.2
1.IV. do 30.VI.	20.8	7.4	9.9	13.9
1.VII. do 30.IX.	18.8	7.2	11.5	15.7
SKUPAJ	19.6	7.5	11.1	15.4

Obdobje poseka lesa vpliva na spreminjanje masnega in volumenskega deleža lubja. Iz prikazanih podatkov vidimo, da je v času spomladanske sečnje masni in volumenski delež lubja najnižji, da pa znatno poraste v času poletne sečnje. V analizi seveda ni upoštevan čas skladiščenja lesa, ki med drugim tudi močno vpliva na spreminjanje fizikalnih lastnosti lubja.

Preglednica 24: Masni in volumenski delež lubja v odvisnosti od stanja lesa zaradi vremenskih vplivov

Stanje lesa - vpliv vremena	Srednje vrednosti			
	Premer kolob. z lubjem cm	Debelina lubja mm	Masni delež lubja %	Volum. delež lubja %
suh	19.7	7.5	10.6	15.5
namočen	19.3	7.2	11.1	14.9
leden	18.5	7.6	13.2	16.0
snežen	20.3	7.9	12.3	16.5
<b>SKUPAJ</b>	19.6	7.5	11.1	15.4

Stanje lesa, in s tem tudi lubja, zaradi spreminjajočih se vremenskih vplivov močno vpliva tudi na masni in volumenski delež lubja. Med tem ko masni in volumenski deleža lubja za suh in namočen les minimalno odstopata od povprečnih vrednosti, so odstopanja pri zasneženem in predvsem ledenem lesu, večja.

Preglednica 25: Odvisnost masnega in volumenskega deleža lubja od ocenjene osušenosti lesa

Ocena osušen. lesa	Srednje vrednosti			
	Premer kosov lesa cm	Debelina lubja mm	Masni delež lubja %	Volum. delež lubja %
suh	15.6	5.7	9.9	13.8
osušen	20.2	6.9	9.9	14.0
svež	19.6	7.7	11.5	15.8
<b>SKUPAJ</b>	19.6	7.5	11.1	15.4

Iz preglednice vidimo, da na masni in volumenski delež lubja zelo močno vpliva tudi kakovost - vitalnost samega lesa. Kvalitetnejši je les, večji je masni in volumenski delež lubja.

#### 4. 6 Analiza in prikaz vrednosti nekaterih ključnih parametrov, ugotovljenih na podlagi z običajno metodo prevzema lesa (klupanje) dobljenih podatkov

Kot smo že omenili, smo poleg t.im. "atro" metode prevzema lesa, vse tovore (231) merili tudi z običajno metodo, to je s klupanjem. Izsledki te metode nam bodo služili za primerjavo obeh metod in oceno uporabnosti posamezne metode. Analizirali smo vrednosti in povprečja vseh pomembnejših parametrov, ugotovljenih pri metodi konvencionalne izmere (snemalni list A), kot tudi v povezavi s podatki vzorčenj s koluti (snemalni list B).

**Opomba!:** Zaradi poenostavitve bomo v nadaljnjih tabelarnih in grafičnih prikazih uporabljali za posamezne parametre le okrajšave, in sicer:

N = število merjenih tovorov, kosov lesa, ali odvzetih in analiziranih vzorcev (kolotov, žagovine);

Ms = skupna masa analiziranega lesa v tonah;

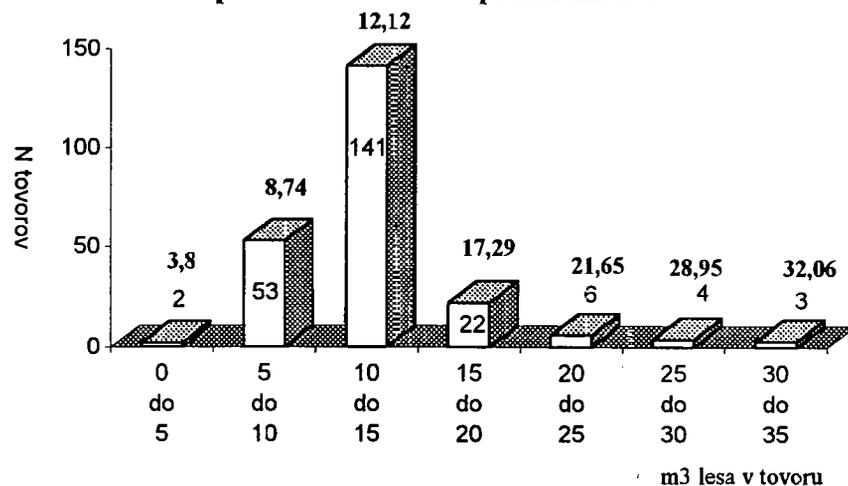
$V_m$  = volumenska masa lesa izražena v kg/m<sup>3</sup>;  
 $N_g$  = nominalna gostota lesa v kg/m<sup>3</sup>;  
 $V_l$  = vlažnost lesa v %;  
 $M_t$  = masa (teža) tovora, ugotovljena na mostni tehtnici (kg, ton);  
 $V_t$  = volumen tovora = količina lesa v tovoru v m<sup>3</sup>;  
 $P_r$  = srednji premer kosov lesa v tovoru, ali premer vzorčnih kolotov v cm;  
 $V_k$  = volumen (telesnina) posameznega kosa v m<sup>3</sup>;  
 $M_k$  = masa posameznega kosa lesa v tovoru v kg;  
 $D_k$  = dolžina kosov v tovoru v m;

#### 4.6.1 Nekateri statistični kazalci o glavnih parametrih vseh klupanih tovorov

Preglednica 26: Glavni statistični kazalci o parametrih vseh analiziranih tovorov

Parameter	Interval sred.vred.	Stand. napaka	Stand. odklon	Minim.	Maksim.
$M_t$ (kg)	13121 ± 567,2	289,40	4398	2880	31540
$V_t$ (m <sup>3</sup> )	12,57 ± 0,57	0,29	4,43	2,69	33,66
$V_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	1033 ± 10,49	5,35	81,36	730,60	1267
$N_g$ (kg/m <sup>3</sup> )	560,9 ± 6,09	3,11	47,25	391,40	716
$V_l$ (%)	45,6 ± 0,48	0,25	3,76	31,80	54,6
$P_r$ (cm)	23,88 ± 1,06	0,53	8,03	10,14	72,7
$D_k$ (m)	4,464 ± 1,02	0,05	0,79	2,31	74,5
$V_k$ (m <sup>3</sup> )	0,212 ± 0,18	0,92	0,14	0,03	0,957

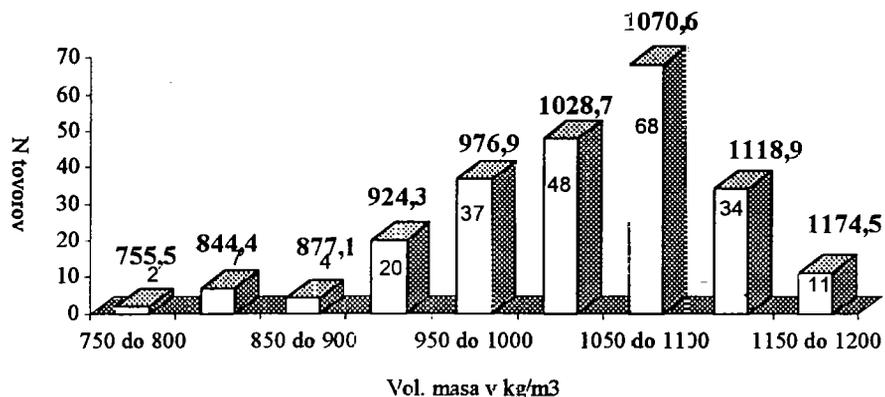
Graf 1: Frekvenčna porazdelitev tovorov po količini lesa



**Razlaga!:** Na X osi so prikazane mase tovorov lesa po razredih 5 ton. Številke nad stolpci (poudarjen tisk) so srednje vrednosti razredov. Na stolpcih pa je število tovorov z ustreznimi vrednostmi. Enake oznake so tudi pri naslednjih grafikonih.

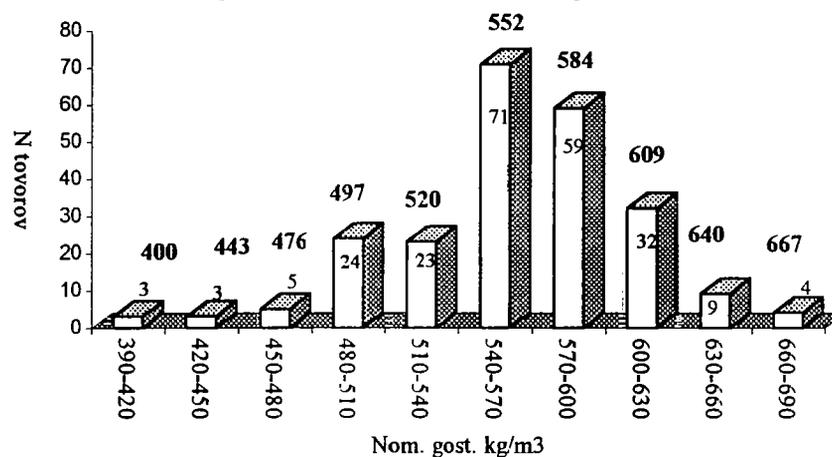
Iz prikazanih podatkov je razvidno, da je bilo v 61% tovorov povprečno 12,12 m<sup>3</sup> lesa. Nad 20 m<sup>3</sup> je bilo ugotovljenih le pri 13 tovorih. Domnevamo, da gre za vagonске tovore, ali tovore na kamionskih kompozicijah. Najmanjši povprečni tovor v razredu od 0 do 5 je bil 3,8 m<sup>3</sup>, največji pa 32,06 m<sup>3</sup>, v razredu med 30 in 35 m<sup>3</sup>.

Graf 2: Frekvenčna porazdelitev Vm po številu tovorov



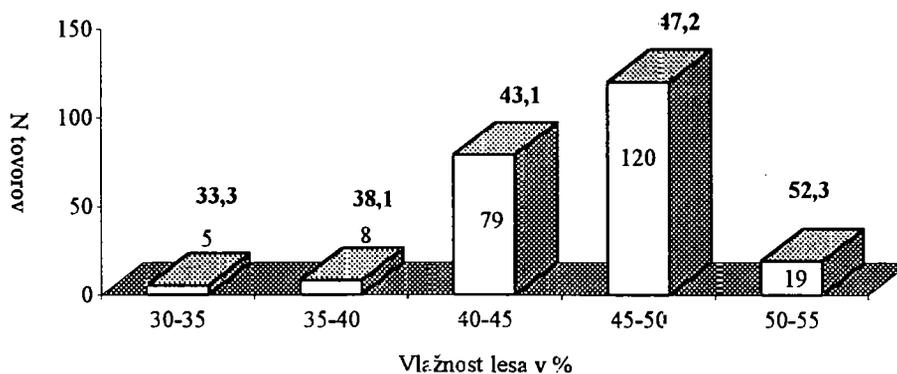
Iz grafikona 2 je razvidno, da je pri 29% vseh tovorov Vm v razredu med 1050 in 1100 kg/m<sup>3</sup>, ali s povprečno Vm 1070,6 kg/m<sup>3</sup>. Pri 50% vseh tovorov je bila ugotovljena Vm v intervalu med 1000 in 1100 kg/m<sup>3</sup>. Pri tretjini merjenih tovorov pa je bila Vm manjša od 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Graf 3: Frekvenčna porazdelitev nominalnih gostot po številu tovorov



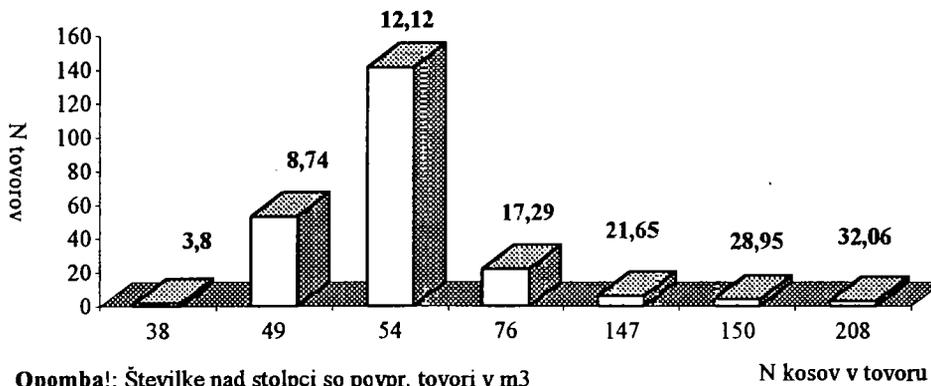
Pri 70 % tovorov je bila ugotovljena Ng v intervalu med 540 in 630 kg/m<sup>3</sup>. Najnižja Ng je bila v razredu med 390 in 420 kg/m<sup>3</sup>, in sicer 391,4 kg/m<sup>3</sup>, najvišja pa v razredu med 660 in 690 kg/m<sup>3</sup>, to je 667 kg/m<sup>3</sup>. Pri 90% tovorov je bila Ng v intervalu med 480 on 630 kg/m<sup>3</sup>.

Graf 4: Frekvenčna porazdelitev tovorov po vlažnosti lesa



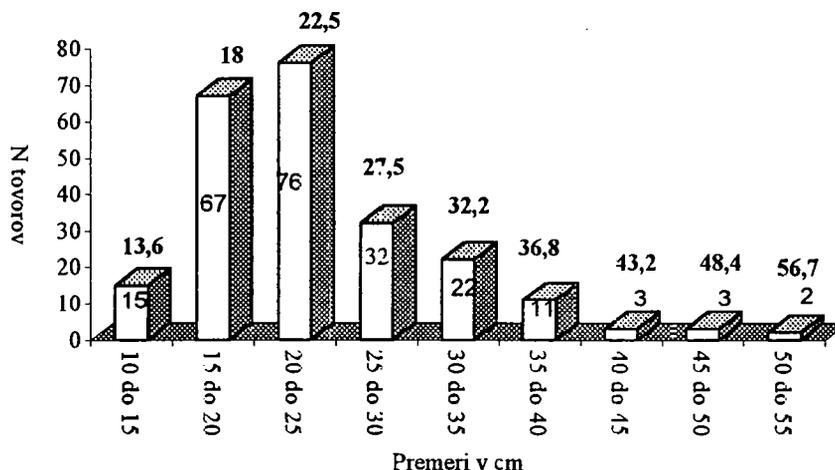
Pri 52 % vseh tovorov je bila izmerjena VI v intervalu med 45 in 50 %, oziroma povprečno 47,2%. Najnižja ugotovljena VI je bila 31,8% in najvišja 54,6%. Pri 94% tovorov je bila izmerjena vlažnost nad 40%.

**Graf 5: Povprečno število kosov lesa v povprečnih tovorih**



V 61% vseh raziskovanih tovorih je bila povprečna količina lesa 12,12 m<sup>3</sup>. V teh tovorih je bilo povprečno 54 kosov lesa. 24% vseh tovorov je vsebovalo v povprečju manjšo količino, 15% pa večjo. V treh največjih tovorih (32 m<sup>3</sup>) je bilo kar 208 kosov. Koliko časa porabimo in kako točna je običajna izmera takšnih tovorov, zlasti še pri tako nepravilnih in raznolikih oblikah kosov kot je kostanjevina, je zagotovo problem, ki zahteva ustrežnejšo rešitev.

**Graf 6: Frekvenčna porazdelitev premerov kosov po tovorih**



Pri tretjini vseh tovorov je bil povprečni premer kosov 22,5 cm (v intervalu med 20 do 25 cm), torej blizu povprečnega premera (23,9 cm) za vse analizirane tovore. V 35% tovorov je bil srednji premer 17,2 cm in le v 3% tovorov večji od 40 cm (povprečno 48,5 cm).

#### 4.6.2 Analiza in prikaz srednjih vrednosti ter spreminjanja vrednosti pomembnejših parametrov zaradi vpliva nekaterih dejavnikov

V analizah in primerjavah smo upoštevali dejavnike, za katere smo domnevali, da vplivajo na variabilnost vrednosti glavnih raziskovanih parametrov, to so: vir dobav lesa, čas poseka lesa po letnih obdobjih, vremenske vplive, oceno deležev osušenega lesa v tovorih in oceno deleža lesa brez lubja v tovorih.

Preglednica 27: Statistični kazalci povprečnih vrednosti pomembnejših parametrov po GG območjih

GG obm.	N tov	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
Kranj	8	interv.sred.vred.	1025,7 ± 70	530,74 ± 25,3	47,8 ± 4,8	19,7 ± 4,2
		st.nap.	35,72	12,93	2,39	2,12
		st.odkl.	101,04	36,56	6,76	6,00
Ljub.	42	interv.sred.vred.	1046,9 ± 18,05	557,92 ± 11,75	46,60 ± 1,23	20,90 ± 1,43
		st.nap.	9,21	5,99	0,63	0,73
		st.odkl.	59,71	38,85	4,08	4,72
Koč.	1	sred vred.	1032,4	553,4	46,4	33,70
N.m.	42	int.sred.vred.	1044,29 ± 24,7	565,93 ± 13,76	45,73 ± 1,10	22,39 ± 2,12
		st.nap.	12,61	7,02	0,56	1,08
		st.odkl.	81,70	45,49	3,65	7,00
Brež.	38	int.sred.vred.	1025,76 ± 21,9	564,22 ± 13,52	44,95 ± 0,89	23,21 ± 2,33
		st.nap.	11,81	6,90	0,46	1,19
		st.odkl.	68,92	42,52	2,81	7,34
Celje	22	int.sred.vred.	1021,07 ± 31,1	549,74 ± 19,9	46,11 ± 1,5	24,53 ± 2,61
		st.nap.	15,88	10,14	0,75	1,33
		st.odkl.	74,48	47,58	3,51	6,24
Marib.	63	int.sred.vred.	1025,98 ± 20,0	570,2 ± 13,54	44,32 ± 0,9	26,70 ± 2,48
		st.nap.	12,26	6,91	0,46	1,27
		st.odkl.	97,29	54,82	3,64	10,06
M.Sob.	10	int.sred.vred.	1017,78 ± 68,0	539,9 ± 32,9	46,85 ± 1,80	27,75 ± 6,53
		st.nap.	34,71	16,80	0,92	3,33
		st.odkl.	109,75	53,13	2,90	10,54
Hrvaš.	5	int.sred.vred.	1038,62 ± 53,4	541,71 ± 70	47,88 ± 1,04	24,85 ± 5,92
		st.nap.	30,30	19,46	0,53	3,02
		st.odkl.	67,75	43,52	1,18	6,75
Povpr.	231	int.sred.vred.	1032,7 ± 10,5	560,9 ± 6,1	45,6 ± 0,5	23,9 ± 1,1
		st.nap.	5,35	3,11	0,25	0,53
		st.odkl.	81,36	47,3	3,76	8,03

Iz preglednice so razvidne značilne razlike v vrednostih vseh prikazanih parametrov med posameznimi viri analiziranega kostanjevega lesa. Občutno varirajo tudi vrednosti posameznih parametrov, kar kažejo statistični kazalci. Od povprečnih vrednosti za vse količine obravnavanega lesa so največje razlike pri GGO Ljubljana in N.mesto. Zaradi majhnega števila vzorcev iz GG območij Kranj, Kočevje in Hrvaške, so prikazane vrednosti manj zanesljive. Prav tako je potrebno upoštevati, da GGO ni dovolj zanesljivo merilo variabilnosti lesa iz različnih rastišč (gografskih, fitogeografskih območij), saj je npr. les, ki je bil dobavljen iz različnih (sosednjih) GG območij, lahko rasel v neposredni bližini. Vendar natančnejša opredelitev vira ni bila mogoča.

Preglednica 28: Prikaz in primerjava srednjih vrednosti ter spreminjanja vrednosti glavnih parametrov po letnih obdobjih poseka lesa

Let. obd. poseka	N tov	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
1.10. - 30.3.	61	int.sred.vred. st.nap. st.odkl.	1037,47 ± 21,0 10,73 83,80	557,6 ± 10,4 5,33 41,64	46,1 ± 1,07 0,55 4,28	25,4 ± 2,4 1,22 9,53
1.4. - 30.6.	26	int.sred.vred. st.nap. st.odkl.	1000,42 ± 41,6 21,23 108,29	543,93 ± 21,3 10,87 55,43	45,47 ± 1,43 0,73 3,72	24,59 ± 4,1 2,11 10,75
1.7. - 30.9.	144	int.sred.vred. st.nap. st.odkl.	1036,45 ± 10,0 6,14 73,72	565,35 ± 7,74 3,95 47,42	45,39 ± 0,58 0,29 3,54	23,1 ± 1,88 0,55 6,60

Kot med viri dobav lesa se tudi po obdobjih poseka kažejo značilne razlike med posameznimi srednjimi vrednostmi obravnavanih parametrov in njihovo variabilnostjo. Največje vrednosti vseh parametrov so pri lesu iz zimskega obdobja poseka, najmanjše pa iz spomladanskega obdobja. Vendar je tudi čas poseka nezanesljiva mera variabilnosti, in sicer iz več vzrokov:

- Les ni bil dobavljen in analiziran takoj po poseku;
- Les, posekan v istem letnem obdobju, je bil lahko posekan v začetku ali na koncu letnega obdobja; maksimalna razlika je, npr. v jesensko - zimskem obdobju, kar 5 mesecev;
- Trajanje in razmere skladiščenja (v gozdu, na skladiščih, vreme) vplivajo na spreminjanje vrednosti parametrov;
- Velike razlike v fiziološkem (zdravost, vitalnost) in tehničnem (v lubju, brez lubja, poškodbe) stanju, že pri stoječem drevju. Te razlike se pojavljajo v času in v prostoru;
- Prevladujoči del količin kostanjevega lesa je iz sanitarnih sečenj, torej iz umirajočega in že odmrlega drevja;
- Tehnološka uporabnost kostanjevine, še posebej iz sanitarnih sečenj, je močno omejena, tržna cena pa nizka. Zato pri lastnikih (dobaviteljih) ni zadostnega prizadevanja za pravočasen posek in dobavo porabniku;
- V istem tovoru je bil lahko tudi les iz različnih obdobj poseka in iz različnih virov dobav.

Kljub ugotovljenim razlikam iz naših raziskav torej ni mogoče zanesljivo sklepati o zakonitostih vpliva letnega obdobja poseka na variabilnost vrednosti obravnavanih parametrov. Enako velja tudi za vplive virov dobav lesa.

Preglednica 29: Razlike v srednjih vrednostih in variabilnosti Vm in VI po stanju lesa ob prevzemu, zaradi različnih vremerskih vplivov

Stanje lesa- vpliv vremena	N tovorov	Kazalci	Vm v kg/m <sup>3</sup>	VI v%
suh les	161	inerv. sred.vred. stand. nap. stand. odkl.	1024,32 ± 13,20 6,73 85,43	45,08 ± 0,58 0,30 3,75
moker les	51	inerv. sred.vred. stand. nap. stand. odkl.	1051,78 ± 16,21 8,27 59,07	46,45 ± 1,0 0,51 3,63
snežen les	8	inerv. sred.vred. stand. nap. stand. odkl.	1038,84 ± 67,92 34,65 98,01	48,1 ± 0,98 0,50 1,42
zmrz. - leden les	10	inerv. sred.vred. stand. nap. stand. odkl.	1061,65 ± 50,63 25,83 85,67	47,23 ± 2,48 1,26 4,20

Poleg mase celotnega tovara, ki je tu nismo analizirali, saj se izraža z Vm in izmerjeno količino lesa v tovoru, se zaradi vremenskih vplivov spreminjata le Vm in V1 lesa. Da je ta vpliv značilen, kažejo srednje vrednosti in variabilnost Vm, še posebej pa vrednosti V1. Tako je povprečna masa mokrega lesa za 2,7% večja od suhega, masa sneženega lesa za 1,4% in ledenega za 3,6%. Namочен les ima za 3% večjo stopnjo vlage kot suh les, leden pa za 4,7%.

Preglednica 30: Kazalci vpliva deleža lesa brez lubja na spreminjanje vrednosti obravnavanih parametrov

Del. lesa brez lubj.(%)	N tov	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	V1 %	Pr cm
0	26	int.sred.vred.	1034,33 ± 30,2	45,59 ± 1,17	25,43 ± 2,8
		st.nap.	15,40	0,60	1,43
		st.odkl.	78,52	3,04	7,28
0 - 20	98	int.sred.vred.	1038,38 ± 16,3	45,72 ± 0,68	26,04 ± 1,8
		st.nap.	8,33	0,35	0,94
		st.odkl.	82,48	3,43	9,29
20 - 40	75	int.sred.vred.	1034,84 ± 17,7	43,80 ± 0,83	22,23 ± 1,5
		st.nap.	9,02	0,42	0,76
		st.odkl.	78,14	3,66	6,56
40 - 60	12	int.sred.vred.	1030,79 ± 28,2	45,4 ± 2,22	20,44 ± 3,4
		st.nap.	14,40	10,98	1,74
		st.odkl.	49,89	3,93	6,02
60 - 80	12	int.sred.vred.	1000,47 ± 43,8	42,64 ± 2,99	19,0 ± 2,10
		st.nap.	22,35	1,53	1,07
		st.odkl.	77,42	5,29	3,71
nad 80	8	int.sred.vred.	983,69 ± 19,1	42,64 ± 4,38	20,26 ± 3,5
		st.nap.	55,64	2,24	1,79
		st.odkl.	147,22	5,92	4,73

Medsebojna primerjava prikazanih podatkov in statističnih kazalcev kaže značilen vpliv deleža lesa brez lubja, in sicer na vse obravnavane parametre, razen na Ng, na katero delež lubja ne more vplivati. Tako je masa lesa, ki je ves v lubju (0% brez lubja), kar za 5% večja kot lesa, ki ima le še nad 20% lubja. Pri enakih deležih lesa brez lubja, so očitne tudi razlike v povprečni vlažnosti, in sicer kar za 9,3%. Razlike v Vm in v V1 pojasnjujeta znani dejstva, da je masa lubja manjša kot masa samega lesa, in da je izparevanje vode (sušenje) pri lesu brez lubja intenzivnejše, kot pri lesu v lubju. Logično je tudi manjšanje povprečnih premerov z večanjem deleža lesa brez lubja. Od povprečne vrednosti Vm (1032,7 kg/m<sup>3</sup>) za vse raziskovane količine lesa, se srednja vrednost za les, ki ima le še manj kot 20% lubja, razlikuje kar za + 5%. Iz gornjih analiz lahko zaključimo, da je obravnavani parameter pomemben fizikalni in tudi tehnološki kazalec pri ravnanju in porabi kostanjevega lesa.

Preglednica 31: Vpliv ocenjenega deleža osušenega (suhega) lesa (kosov) v tovoru na spreminjanje vrednosti obravnavanih parametrov

Ocen. delež suh. lesa(%)	N tov	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
0	32	int.sred.vred.	1044,86 ± 35,43	46,91 ± 0,86	28,50 ± 3,37
		st.nap.	12,86	0,44	1,72
		st.odkl.	73,30	2,49	9,72
0 - 20	80	int.sred.vred.	1044,40 ± 18,48	46,17 ± 0,41	25,05 ± 1,94
		st.nap.	9,43	0,41	0,99
		st.odkl.	84,33	3,64	8,86
20 - 40	69	int.sred.vred.	1028,49 ± 18,83	45,09 ± 0,82	22,88 ± 1,6
		st.nap.	9,61	5,55	0,79
		st.odkl.	79,79	46,12	6,56
40 - 60	22	int.sred.vred.	1025,99 ± 25,11	45,30 ± 1,38	20,30 ± 2,29
		st.nap.	12,81	0,70	1,17
		st.odkl.	60,1	3,30	5,47
60 - 80	11	int.sred.vred.	1016,97 ± 38,76	45,13 ± 2,12	19,53 ± 2,20
		st.nap.	19,78	1,08	1,12
		st.odkl.	65,59	3,59	3,72
nad 80	7	int.sred.vred.	996,62 ± 52,4	43,43 ± 2,16	21,10 ± 2,68
		st.nap.	26,75	1,55	1,37
		st.odkl.	110,32	6,40	5,64

Vzroke za različne deleže suhega lesa v prevzetih tovorih smo že navedli: fiziološko stanje dreves v času poseka (bolezní kovanja), letno obdobje poseka ter trajanje in razmere skladiščenja do prevzema. Čeprav smo te deleže le grobo, okularno ocenjevali, so razlike in trendi, pri vseh obravnavanih parametrih, očitni in logični. Z večanjem deleža suhega lesa v tovoru se zmanjšujejo vrednosti Vm, VI in Pr (povprečni premeri kosov). Tako je bila povprečna Vm tovara brez suhega lesa za 4,8% večja kot v tovorih z nad 80% suhega lesa, VI za 8% večja in Pr kar za 35%. Na podlagi teh analiz ugotavljamo, da je takšno ocenjevanje pomemben kriterij pri prevzemu lesa na podlagi mase.

#### 4.6.3 Analiza in prikaz soodvisnosti pomembnejših parametrov, na osnovi s klupanjem tovorov ugotovljenih podatkov

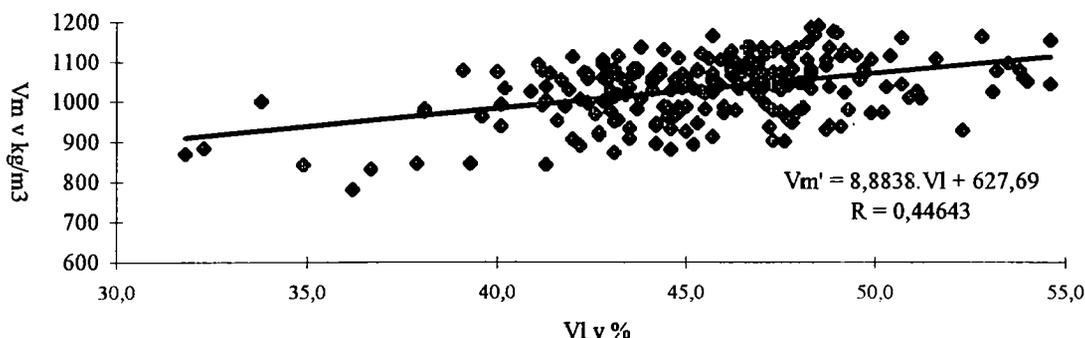
V dosedanjih prikazih smo analizirali in primerjali le povprečne vrednosti pomembnejših parametrov po posameznih možnih vplivih. Še posebej pa nas zanima, kakšna je medsebojna povezanost, oziroma odvisnost glavnih parametrov ter stopnja te odvisnosti. Analize smo opravili s pomočjo korelacijske odvisnosti, in sicer predvsem za osnovne parametre, potrebne pri prevzemu lesa na podlagi mase. To so: Vm, Ng in VI. Ker sta Vm in VI tudi izhodiščna elementa za ugotavljanje vrednosti Ng, ju bomo analizirali najprej. Seveda vse ugotovitve veljajo le za kovanje les v opisanem stanju ter za uporabljene postopke meritev in prevzema lesa nasploh.

##### 4.6.3.1 Odvisnost volumenske mase kovanjevega lesa od vlažnosti (vsebnosti vode)

Vlažnost, oziroma vsebnost vode v lesu je, poleg Nm, najpomembnejši parameter, ki vpliva na vrednosti in spreminjanje vrednosti Vm lesa. Gre za močno variabilno fizikalno lastnost vseh vrst lesa, tako pri stoječem drevju, kot tudi pri posekanem lesu in izdelkih. Na vsebnost vode in na njeno spreminjanje vplivajo številni poznani dejavniki, ki pa niso neposredno predmet naših raziskav. Zato jih tudi ne bomo naštevali in obravnavali. Odvisnost mase lesa od vsebnosti vode

bomo analizirali na osnovi s tehtanjem in izmero tovorov izračunane  $V_m$  (v  $\text{kg/m}^3$ ) ter z vzorčenjem žagovine ugotovljene vlažnosti lesa ( $V_l$  v %). Ta dva parametra sta tudi izhodišče za ugotavljanje  $N_g$  lesa. Ponovno naj spomnimo, da gre pri  $V_l$  za t.i. tehnični % vsebnosti vode, to je masni delež vode glede na maso lesa v času prevzema ("lutro").

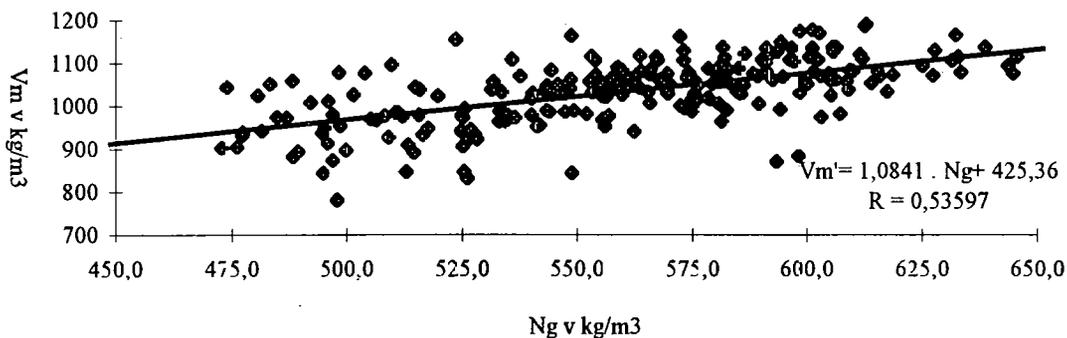
**Graf 7: Odvisnost volumenske mase od vlažnosti kostnjivega lesa**



Gre za vzročno, linearno korelacijsko odvisnost  $V_m$  od  $V_l$ . Koeficient korelacije ( $R$ ), ki je merilo stopnje odvisnosti, je blizu povprečnega deleža vode v lesu (45,6%). S pomočjo prikazane regresijske enačbe  $V_m = 8,8838 \cdot V_l + 627,69$ , smo tudi izračunali vrednosti vseh parametrov, ki so potrebni pri prevzemanju lesa na podlagi mase.

#### 4.6.3.2 Odvisnost volumenske mase od nominalne gostote kostanjevine

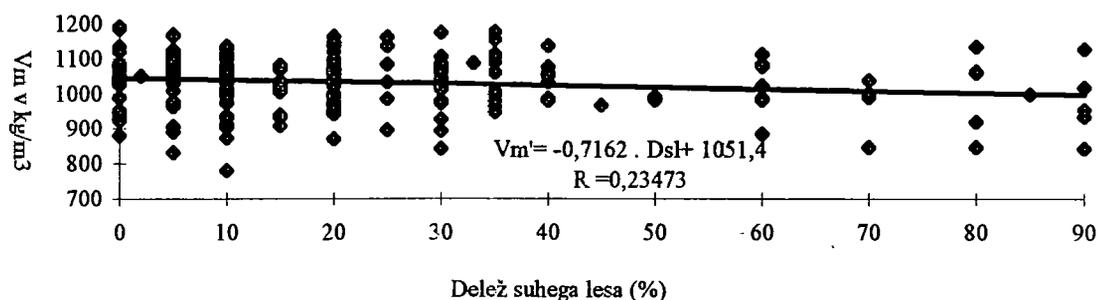
**Graf 8 : Odvisnost volumenske mase od nominalne gostote lesa**



Ugotovitve in zaključki o odvisnosti  $V_m$  od  $N_g$  so enaki, kot pri odvisnosti  $V_m$  od  $V_l$ . Tudi tu je koeficient korelacije blizu povprečnega odstotnega deleža suhega lesa, ki je bil izračunan iz povprečja vseh individualnih vrednosti  $N_g$ . Tudi tu gre za vzročno, linearno korelacijsko povezavo.

#### 4.6.3.3 Odvisnost volumenske mase od ocerjenega deleža suhega (osušenega) lesa v tovorih

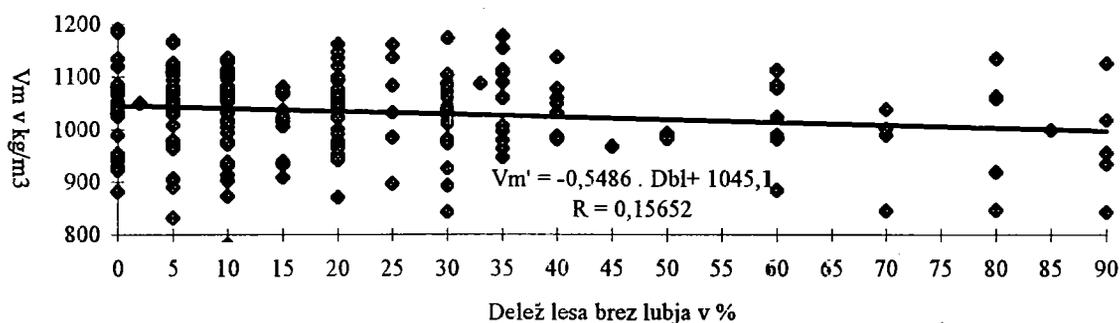
Graf 9 : Odvisnost  $V_m$  od deleža suhega (osušenega) lesa v tovoru



Z raziskavo prikazane soodvisnosti smo skušali ugotoviti, ali je mogoče z okularno oceno tovorov in posameznih kosov v njem, grobo oceniti tudi, če je  $V_m$  prevzetega tovoru večja ali manjša od povprečne vrednosti. Čeprav je soodvisnost ohlapna, nedvoumno kaže na negativno korelacijo, se pravi, da se  $V_m$  z večanjem ocene deleža suhega lesa zmanjšuje, in sicer povprečno 10 kg za vsakih 10% povečanega deleža suhega lesa.

#### 4.6.3.4 Odvisnost volumenske mase od ocenjenega deleža lesa brez lubja v tovoru

Graf 10 : Odvisnost  $V_m$  od deleža lesa brez lubja v tovoru

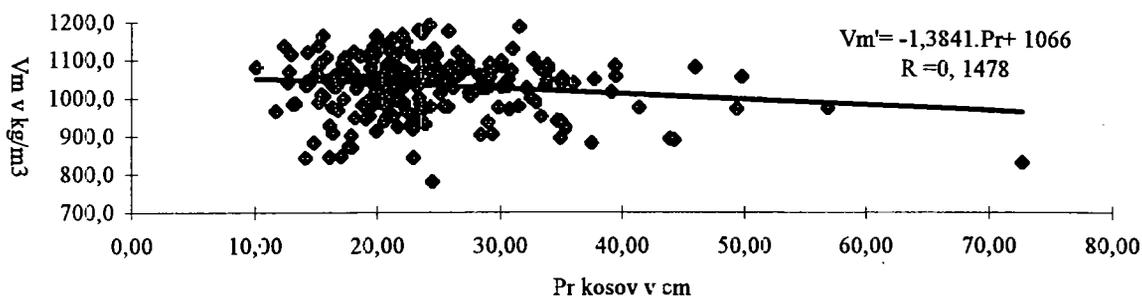


Tu smo smo ugotavljali vpliv deleža lesa brez lubja v tovoru na spreminjanje  $V_m$ . Iz grafikona je razvidno, da je odvisnost negativna, se pravi, da z naraščujočim deležem lesa brez lubja, pada vrednost  $V_m$ , in sicer povprečno 4 kg (0,4%) za vsakih 10% povečanim deležem lesa brez lubja. Glede na manjšo maso lubja, v primerjavi z maso lesa, je to tudi razumljivo.

Več o kostonjem lubju, njegovih fizikalnih lastnostih in razmerjih do lesa, bo prikazano v posebnem poglavju.

#### 4.6.3.5 Odvisnost volumenske mase od srednjega premera kosov v tovoru

Graf 11: Odvisnost Vm od srednjega premera kosov

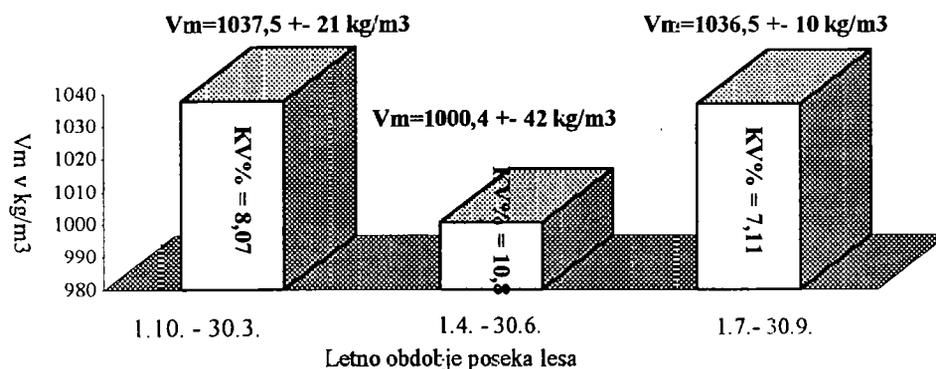


Iz grafikona je razvidna negativna povezanost Vm od debeline lesa (srednjega premera kosov), kar pomeni, da se z naraščajočo debelino vrednost Vm zmanjšuje, in sicer v povprečju 8 kg (0,8%) za vsakih 10 cm povečanja srednjega premera.

Ugotovitve v grafikonih od 9 do 11 bi veljalo upoštevati pri določanju pretvornih faktorjev pri prevzemu lesa po "lutro" masi, ko preračunavamo (pri odkupu, obračunu, tehnoloških izračunih) maso lesa v volumenske enote s pomočjo normativnih (dogovorjenih) ali izkustvenih faktorjev. Pri postopku prevzema, kjer ugotavljamo tudi vlažnost lesa, so ti parametri manj pomembni, saj se njihov vpliv posredno ali neposredno izrazi že v vlažnosti lesa in volumenski masi.

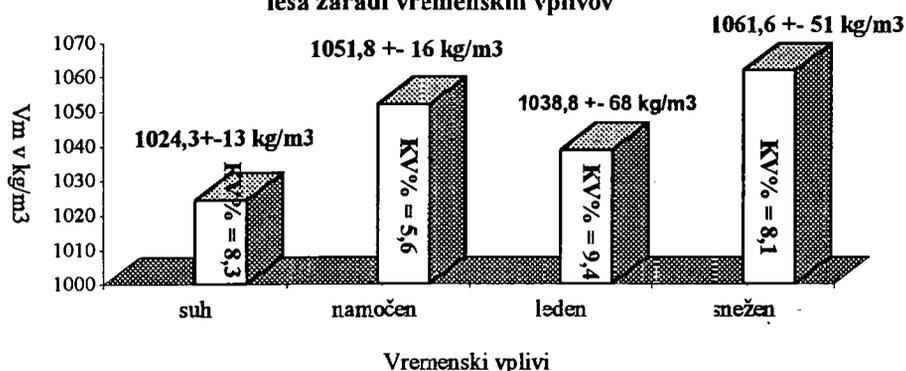
#### 4.6.4 Grafični prikaz statističnih kazalcev spreminjanja volumenske mase po času poseka in vremenskih vplivih

Graf 12: Srednje vrednosti, meje zaupanja in variacijski koeficient Vm za različna obdobja poseka lesa



Grafikon prikazuje nekatere pomembnejše kazalce srednjih vrednosti in njihove variabilnosti po različnih obdobjih poseka lesa. Najtežji les je bil iz jesensko - zimskega obdobja poseka, najlažji iz spomladanskega obdobja. Iz tega obdobja je Vm tudi najbolj varirala. Majhne razlike so med Vm lesa iz zimskega in poletnega obdobja. V splošnem pa je razvidno, da je Vm lesa iz zimskega obdobja največja, kar je tudi poznano iz virov in prakse. Zaradi številnih zunanjih vplivov ( stanje lesa oč poseku, način in trajanje skladiščenja, velike absorpcijske - desorbcijske sposobnosti lesa), ki v analizah niso dosledno upoštevani, so zgornje analize le orientacijske.

**Graf 13: Srednje vrednosti, meje zaupanja in var. koefic.  $V_m$  za različna stanja lesa zaradi vremenskih vplivov**



Razlike v prikazanih kazalcih so značilne, tako v srednjih vrednostih, kot njihovi spremenljivosti. Najmanjšo povprečno maso ima suh les, največjo pa moker (namočen) in snežen les. Tudi variabilnost  $V_m$  okrog srednje vrednosti je najmanjša pri suhem lesu, največja pa pri ledenem lesu. Največja razlika med  $V_m$  suhega ( $V_m = 1024,5 - 15 \text{ kg/m}^3$ ) in sneženega lesa ( $V_m = 1061,6 + 51 \text{ kg/m}^3$ ) je kar 10%. Od srednje vrednosti za vse raziskovane količine lesa pa se moker les razlikuje za 1,8%.

#### 4.7 Končni izsledki raziskav običajne metode prevzema lesa (klupanja) ter izdelava in prikaz tablic za praktično uporabo

Osnovni namen raziskave je ugotovitev vrednosti ter medsebojnih razmerij ključnih kazalcev, ki so potrebni pri prevzemanju lesa z metodo tehtanja in ugotavljanja vlažnosti lesa. S pomočjo teh dveh, medsebojno povezanih parametrov, ugotavljamo tudi vrednosti tretjega pomembnejšega parametra, to je nominalne gostote lesa.

Z meritvami dobljene podatke za  $V_l$  in  $V_m$  smo z računalniško podporo (EXCEL) analitično in grafično obdelali, jim določili ustrezno korelacijsko povezavo (regresijsko premico), ugotovili linearno regresijsko enačbo ter ostale statistične parametre. Na osnovi izravnanih (teoretičnih) vrednosti za  $V_l$  smo nato izračunali ustrezne vrednosti za  $V_m$ . Iz teh dveh podatkov pa smo izračunali vrednosti za  $N_g$  ter vse ostale parametre in relativna razmerja, ki so razvidni iz preglednice 32. Čeprav smo ugotavljali tudi spreminjanje vrednosti zaradi različnih vplivov (vir dobave, čas poseka, delež lesa brez lubja, osušenost lesa), le-teh v prikazanih podatkih nismo upoštevali, in sicer iz več vzrokov:

- GGO, kot osnova za podrobno ugotavljanje variabilnosti, je premalo natančno merilo za ugotavljanje razlik po virih dobav;
- Zaradi širokega časovnega intervala pri času poseka, nepoznanega trajanja, načina in razmer skladiščenja, so učinki tega vpliva težko merljivi;
- Pri vseh ostalih vplivih gre le za grobe, subjektivne ocene, ki so prav tako nezanesljive;
- Ocenjevanje vseh teh parametrov je zamudno in povečuje stroške prevzema lesa. To pa je v nasprotju z osnovnim načelom metode prevzema po masi, to je racionalizacija in korektna izmera količin.

V preglednici 32 prikazani podatki nam bodo služili tudi za primerjavo izsledkov raziskav in analizo razlik med vrednostmi  $V_m$  in  $N_g$ , ugotovljenih z običajno meritvijo (tehtanje, klupanje) ter izsledkov na podlagi ksilometriranja lesa.

Preglednica 32: Izravnane (teoretične) vrednosti glavnih parametrov, ugotovljene na podlagi podatkov popolne izmere (klupanja) tovorov

1	2	3	4	5	6	7	8
VI	Vm	Indeks	Ng	Indeks	Pretvor. Vm	Pratv. fak.	Pretv. fak.
%	kg/m <sup>3</sup>	Vm	kg/m <sup>3</sup>	Ng	1 tona=m <sup>3</sup>	1 tona Vm=kg Ng	1 tonaNg=m <sup>3</sup> Vm
30	894,2	0,866	625,9	1,114	1,118	700,0	1,598
31	903,1	0,874	623,1	1,109	1,107	690,0	1,605
32	912,0	0,883	620,1	1,103	1,097	580,0	1,613
33	920,9	0,892	617,0	1,098	1,086	570,0	1,621
34	929,7	0,900	613,6	1,092	1,076	560,0	1,630
35	938,6	0,909	610,1	1,086	1,065	550,0	1,639
36	947,5	0,918	606,4	1,079	1,055	540,0	1,649
37	956,4	0,926	602,5	1,072	1,046	530,0	1,660
38	965,3	0,935	598,5	1,065	1,036	520,0	1,671
39	974,2	0,943	594,2	1,057	1,027	510,0	1,683
40	983,0	0,952	589,8	1,050	1,017	500,0	1,695
41	991,9	0,961	585,2	1,041	1,008	590,0	1,709
42	1000,8	0,969	580,5	1,033	0,999	580,0	1,723
43	1009,7	0,978	575,5	1,024	0,990	570,0	1,738
44	1018,6	0,986	570,4	1,015	0,982	560,0	1,753
45	1027,5	0,995	565,1	1,006	0,973	550,0	1,770
46	1036,3	1,004	559,6	0,996	0,965	540,0	1,787
47	1045,2	1,012	554,0	0,986	0,957	530,0	1,805
48	1054,1	1,021	548,1	0,975	0,949	520,0	1,824
49	1063,0	1,029	542,1	0,965	0,941	510,0	1,845
50	1071,9	1,038	535,9	0,954	0,933	500,0	1,866
51	1080,8	1,047	529,6	0,942	0,925	490,0	1,888
52	1089,6	1,055	523,0	0,931	0,918	480,0	1,912
53	1098,5	1,064	516,3	0,919	0,910	470,0	1,937
54	1107,4	1,072	509,4	0,906	0,903	460,0	1,963
55	1116,3	1,081	502,3	0,894	0,896	450,0	1,991
56	1125,2	1,090	495,1	0,881	0,889	440,0	2,020
57	1134,1	1,098	487,7	0,868	0,881	430,0	2,045
58	1143,0	1,107	480,0	0,854	0,875	420,0	2,083
59	1151,8	1,115	472,3	0,840	0,868	410,0	2,118
60	1160,7	1,124	464,3	0,826	0,862	400,0	2,154
<b>45</b>	<b>1027,5</b>	<b>1,000</b>	<b>558,0</b>	<b>1,000</b>	<b>0,972</b>	<b>550,0</b>	<b>1,806</b>

Razlaga prikazanih kazalcev v preglednici 32, po stolpcih:

1 = Masni delež vode, ki ga ugotovimo z vzorčenjem žagovine (tehnični %);

2 = Ustrezne vrednosti Vm, ki so za vsako stopnjo vlage izračunane s pomočjo regresijske enačbe:  $Vm' = 8,8838 \cdot VI + 627,69$ ;

3 = Indeksi Vm: Relativna razmerja med vrednostmi Vm. Indeks za srednjo vrednost ( $Vm = 1032,8 \text{ kg/m}^3$ ) = 1. Za najnižjo vrednost Vm, to je pri vlažnosti  $VI = 30\%$ , je indeks 0,866,

kar pomeni, da je ta vrednost za 13,4% nižja od srednje vrednosti. Za največjo vrednost  $V_m$ , ki je 1160,7 kg/m<sup>3</sup>, pri  $V_l = 60\%$ , je indeks 1,124;

4 = Nominalna gostota lesa, izračunana iz enačbe:  $N_g = V_m \times (100 - V_l)$ , to je enako  $V_m$  pomnoženo z masnim deležem suhe lesne snovi;

5 = Indeks  $N_g$ : Relativna razmerja  $N_g$  do srednje vrednosti;

6 = Faktor za preračunavanje masnih količin  $V_m$  v volumenske;

7 = Masna količina suhe lesne snovi ( $N_g$  v kg) v 1 toni lesa pri določeni stopnji  $V_l$ ;

8 = Faktor za izračun volumenske količine lesa ( $V_m$  v m<sup>3</sup>), potrebne za 1 tono suhe lesne snovi.

V preglednici 32 so prikazane vrednosti za vse parametre, v intervalu vseh dejanskih vrednosti za  $V_l$ , ki so bile ugotovljene z vzorčenjem, to je med 31,8 in 54,6%, s srednjo vrednostjo  $V_l = 45,6\%$ .

Razlika med najmanjšo in največjo izračunano vrednostjo  $V_m$  v preglednici je 266,5 kg, to je 30%. Za vsak povečan odstotek  $V_l$  se  $V_m$  poveča za 8,9 kg. Pri najmanjših vrednostih  $V_m$  je to za 1%, pri največjih za 0,7%. Od srednje vrednosti odstopa najnižja vrednost za -13,4%, najvišja vrednost (pri  $V_l = 60\%$ ) za +12,4%.

Razen parametrov v stolpcih 1, 2 in 4, ki so osnova za uporabo metode prevzema lesa po masi, so tudi vsi ostali prikazani parametri uporaben pripomoček za hitro ugotavljanje nekaterih potrebnih podatkov.

#### 4.8 Analize in izsledki raziskav o izhodiščnih parametrih za merjenje količin lesa po masi, na podlagi metode ksilometriranja lesa (vzorčni koluti).

Metodo, postopke, obseg vzorčenja in nekatere pri tej metodi ugotovljene vrednosti raziskovanih parametrov (preglednice 1 do 6, 13 do 17 in 25), smo v dosednjih prikazih že spoznali. Poleg vlažnosti lesa, ki smo jo ugotavljali pri tej metodi in uporabili tudi pri metodi merjenja s klupanjem, smo tu posebej evidentirali še: premer vzorčnih kolotov, oceno stanja kolotov glede osušenosti in delež oboda kolotov brez lubja. Vsi ostali izhodiščni parametri so bili pri obeh metodah enaki, saj smo analizirali iste tovore (osnovne vzorce) lesa. Zaradi lažjih primerjav ugotovitev obeh metod, smo tudi tu uporabili enake (podobne) metode analiz in načine prikaza izsledkov. Naj še opomnimo, da bomo v prikazanih preglednicah in grafikonih uporabljali enake okrajšave za obravnavane parametre.

Preglednica 33: Srednje vrednosti in nekateri statistični kazalci za glavne obravnavane parametre

N vzorcev	Stat. kazalci	Pr kol. v cm	$V_l$ v%	$V_m$ v kg/m <sup>3</sup>	$N_g$ v kg/m <sup>3</sup>
tovor. = 231	srednja vred.	19,7	45,6	946,0	513,3
kolut. = 1168*	stand.nap.	2,83	0,25	3,0	1,83
	stand.odkl.	4,3	3,77	45,5	27,81
	meje zaup.	± 0,56	± 0,487	± 5,88	± 3,59

\*Opomba: Od skupnega števila 1383 vzorčnih kolotov smo jih v analizah upoštevali le 1168. Zaradi očitnih napak pri meritvah ali izračunih je bilo 215 vzorcev izločenih !.

Če primerjamo prikazane srednje vrednosti premerov kosov s podatki metode klupanja (23,9 cm), so ugotovitve naslednje:

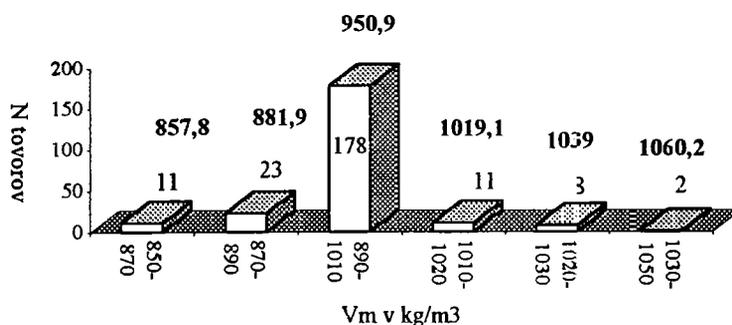
- Povprečni srednji premer kolotov (vzorčenih kosov lesa v tovorih) je za 4,2 cm (17,6%)

manjši. Prvi vzrok je ta, da je v začetku uporabljan ksilometer omogočal le meritve kolutov do največjega premera 30 cm. Drugi vzrok, po naši domnevi je ta, da so merilci pri jemanju vzorcev izbirali v povprečju tanjše kose. Tretji vzrok pa je v manj natančnih meritvah premerov pri klupanju, saj vsi kosi za meritve niso bili primerno dosegljivi. Pri merjenju kolutov pa je bila možna natančna izmera.

- Srednja vrednost  $V_m$  je tu manjša za 8,4 % (85,7 kg/m<sup>3</sup>). Upoštevajoč natančnost postopkov pri teh meritvah ter dejansko stanje lesa pri prevzemu, menimo, da je ta vrednost zaneslivejša.

- Za enak odstotek (za 47,4 kg/m<sup>3</sup>) je manjša tudi  $N_g$ , ki je izračunana iz  $V_m$  in  $V_l$ .

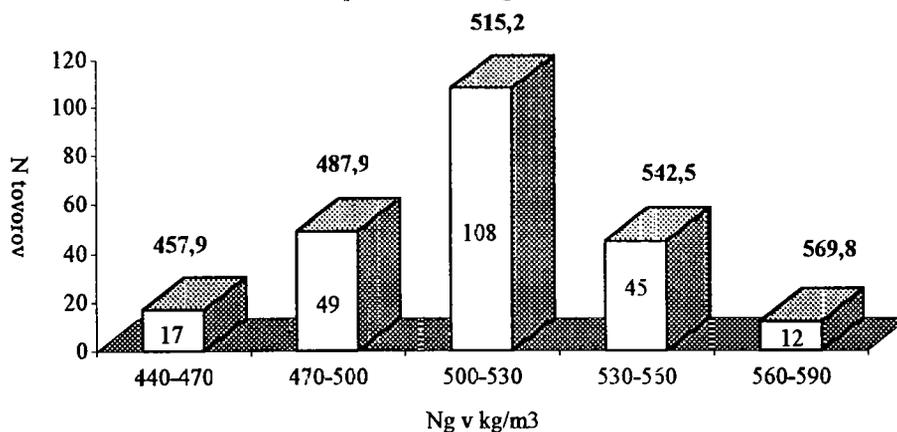
Graf 14: Frekvenčna porazdelitev števila tovorov po razredih  $V_m$



Opomba!: Manjše številke na stolpcih so število tovorov, večje nad stolpci pa srednje vrednosti razredov  $V_m$ . Prikazane vrednosti po tovorih so ugotovljene na podlagi šestih vzorčnih kolutov za vsak tovor.

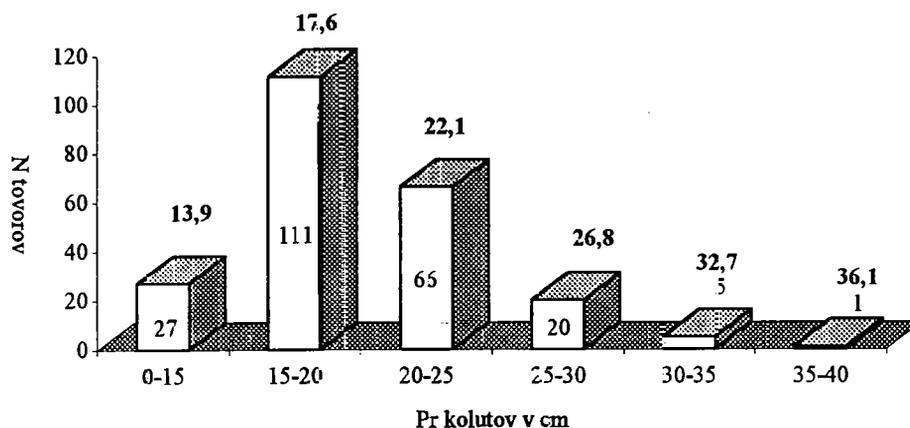
Prikazani podatki kažejo, da je bilo največ tovorov (24%) z  $V_m$  med 940 in 970 kg/m<sup>3</sup>. Pri 62% vseh tovorov je bila  $V_m$  v intervalu med 910 in 1000 kg/m<sup>3</sup>. Le pri dveh tovorih je bila  $V_m$  večja kot 1060 kg/m<sup>3</sup>.

Graf 15: Porazdelitev tovorov po razredih  $N_g$



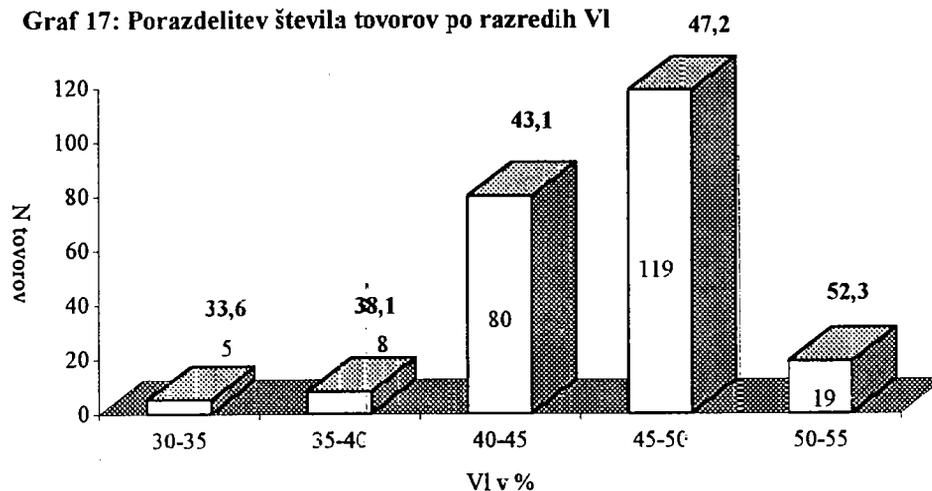
Pri 47% vseh tovorov je bila ugotovljena  $N_g$  v razredu med 500 in 530 kg. Le 7,3% vrednosti je v razredu med 440 in 470 kg/m<sup>3</sup> in 5,2% v razredu med 560 in 590 kg/m<sup>3</sup>.

Graf 16: Porazdelitev števila tovorov po razredih premerov kolotov



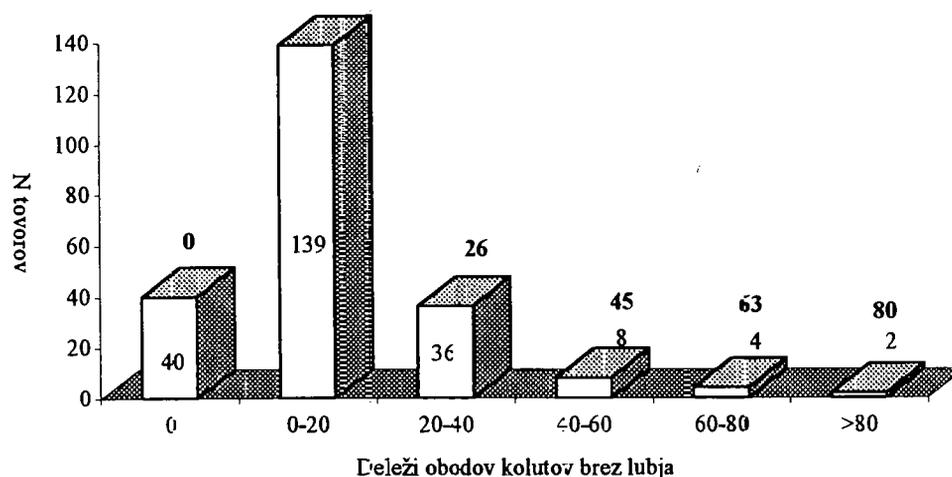
V največjem številu tovorov (48%) so bili odvzeti in vzorčeni koloti v intervalu premerov 15 do 20 cm. V intervalu med 15 in 25 cm pa je bilo vzorčenih kar 77% vseh tovorov (kolotov).

Graf 17: Porazdelitev števila tovorov po razredih VI



Pri več kot polovici (51,5%) vzorcev je bila ugotovljena VI v intervalu med 45 in 50 %. Pri 86,1% vseh vzorcev pa je bila VI med 40 in 50%. Le pri petih vzorcih (2%) je bila vlažnost nižja od 35%.

Graf 18: Porazdelitev tovorov po razredih deležev obodov kolotov brez lubja

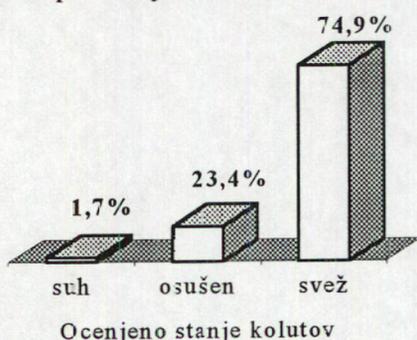


Pri največjem deležu vzorčenih kolotov, to je 60,2%, je bilo do 20 % oboda kolota brez lubja. Le pri 17,3% vseh vzorcev je bilo lubje v celoti ohranjeno, pri 1% vzorcev pa je bilo lubja manj kot 20%.

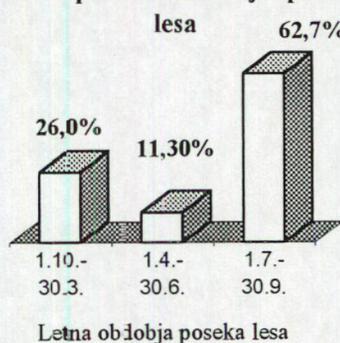
#### 4.8.1 Prikaz strukture vzorčenja po posameznih obravnavanih vplivnih dejavnikih in ocena njenega pomena za uporabnost izsledkov raziskav

Za statistične analize in zanesljivost izsledkov sta pomembna t.i. obseg in stopnja vzorčenja, se pravi zadostno število in struktura vhodnih (dejanskih) podatkov. Pri naših raziskavah to ni bilo mogoče dosledno upoštevati, saj zaradi pomanjkanja dobav nasploh, še posebej v posameznih letnih obdobjih, iz posameznih območij, obdobjih poseka; občasne odsotnosti in prerazporejanja snemalcev na druga, nujna dela, predčasnega zaključka snemanja podatkov itd., zlasti struktura vzorcev ni povsem usklajena z načrtovano. Tako je za posamezne parametre število vzorcev preobsežno, za druge premajhno, kar je razvidno tudi iz naslednjih analiz.

Graf 19: Struktura vzorčenih kolotov po stanju osušenosti

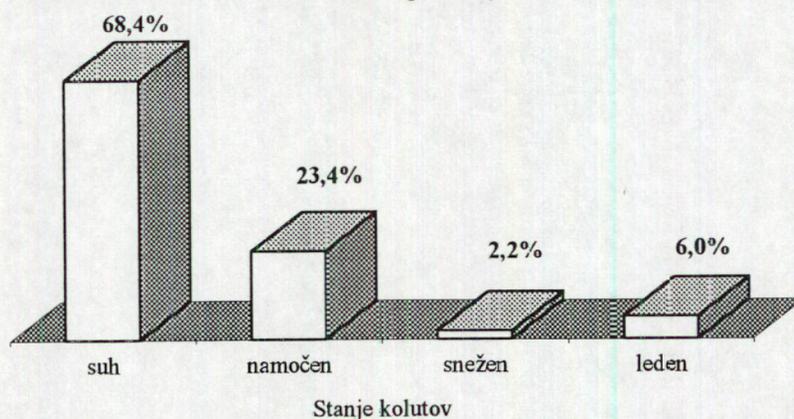


Graf 20: Struktura vzorčenih kolotov po letnih obdobjih poseka lesa



Iz obeh gornjih grafikonov je razvidna neenakomerna razporeditev vzorcev, tako glede stanja osušenosti pri prevzemu, kot tudi glede časa poseka. Tudi ta nesorazmerna razporeditev vzorcev je vzrok statistične nezanesljivosti nekaterih izsledkov. Kar tri četrtine vseh vzorčnih kolotov je bilo ocenjenih kot svež les in manj kot dva odstotka kot suh les. Podobno nesorazmerje je tudi pri vzorcih iz posameznih obdobj poseka analiziranega lesa.

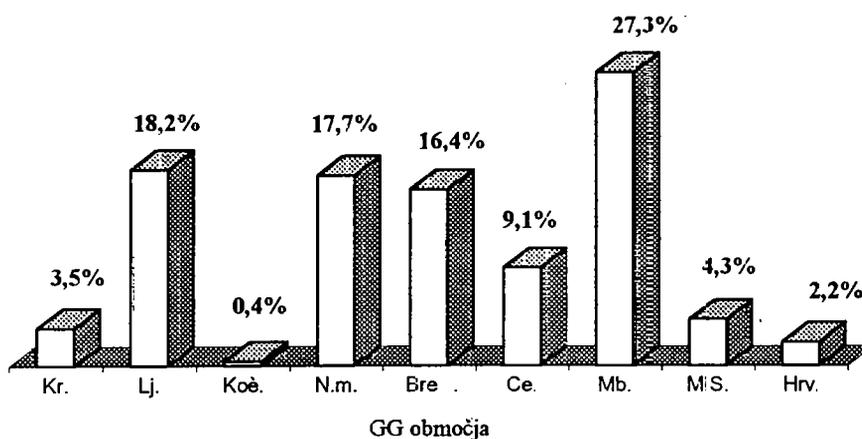
Graf 21: Struktura vzorčenih kolotov po stanju zaradi vremenskih vplivov



Kot pri stanju in času poseka je tudi tu očitno neenakomerno razpored deležev po stanju vzorcev zaradi različnih vremenskih vplivov. Močno prevladuje delež ocen "suh" preostala je vzorcev iz skupine "snežen" in leden".



Graf 22: Struktura vzorčenih kolotov po GG območjih



Prikazani podatki so dober kazalec pomembnejših virov dobav za porabnika in obenem tudi kazalec območij s kostanjevimi gozdovi v Sloveniji. Je pa takšna sestava spet neugodna za analizo vplivov virov dobav na spreminjanje vrednosti glavnih parametrov. Primerljiva bi bila le GG območja Lj, N.m., Brež. in Mb., vendar se tu pojavljajo velike razlike v strukturi vzorcev pri drugih vplivnih dejavnikih.

4.8.2 Srednje vrednosti, intervali srednjih vrednosti ter nekateri statistični kazalci pomembnejših parametrov, ugotovljeni z metodo ksilometriranja lesa

Preglednica 34: Statistični kazalci povprečnih vrednosti pomembnejših parametrov po GG območjih

GG obm.	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
Kranj	interv.sred.vred.	966,20 ± 54,6	499,70 ± 23,70	47,80 ± 4,8	18,70 ± 2,66
	st.nap.	27,84	12,09	2,39	1,36
	st.odkl.	87,56	34,20	5,76	3,84
Ljub.	interv.sred.vred.	946,63 ± 13,98	503,89 ± 8,72	46,60 ± 1,23	18,46 ± 0,97
	st.nap.	7,13	4,45	0,63	0,5
	st.odkl.	46,23	28,83	4,08	3,20
Koč.	sred. vred.	958,5	513,8	46,4	28,6
N.m.	int.sred.vred.	953,04 ± 12,58	516,45 ± 7,55	45,73 ± 1,10	19,28 ± 1,29
	st.nap.	6,42	3,85	0,56	0,66
	st.odkl.	41,09	24,68	3,65	4,21
Brež.	int.sred.vred.	938,18 ± 13,08	515,97 ± 8,29	44,95 ± 0,89	19,58 ± 1,54
	st.nap.	6,67	4,23	0,46	0,78
	st.odkl.	41,14	26,07	2,81	4,83
Celje	int.sred.vred.	940,56 ± 22,08	502,97 ± 11,39	46,11 ± 1,5	20,36 ± 1,65
	st.nap.	11,26	5,81	0,75	0,84
	st.odkl.	51,62	26,64	3,51	3,86
Marib.	int.sred.vred.	944,17 ± 11,08	523,56 ± 6,87	44,32 ± 0,9	20,08 ± 1,14
	st.nap.	5,65	3,50	0,46	0,58
	st.odkl.	44,85	27,81	3,64	4,60
M.Sob	int.sred.vred.	947,71 ± 30,43	503,03 ± 15,58	46,85 ± 1,80	22,75 ± 1,83
	st.nap.	15,52	7,95	0,92	0,93
	st.odkl.	49,10	25,14	2,90	2,96
Hrvaš.	int.sred.vred.	948,26 ± 20,19	507,22 ± 11,95	47,88 ± 1,04	18,75 ± 4,09
	st.nap.	14,85	6,10	0,53	2,09
	st.odkl.	33,20	13,64	1,18	4,67
Povpr.	int.sred.vred.	945,98 ± 5,85	513,29 ± 3,59	45,6 ± 0,5	19,70 ± 0,55
	st.nap.	3,00	1,83	0,25	0,28
	st.odkl.	45,50	27,81	3,76	4,30

Preglednica 35: Prikaz in primerjava srednjih vrednosti in spreminjanja vrednosti glavnih parametrov po letnih obdobjih poseka lesa

Let. obd. poseka	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
1.10. - 30.3.	int.sred.vred.	950,72 ± 11,87	511,33 ± 7,47	46,1 ± 1,07	21,25 ± 1,08
	st.nap.	6,06	3,81	0,55	0,55
	st.odkl.	46,91	29,54	4,28	4,25
1.4. - 30.6.	int.sred.vred.	934,84 ± 14,49	508,52 ± 12,28	45,47 ± 1,43	21,24 ± 1,81
	st.nap.	7,39	6,27	0,73	0,93
	st.odkl.	37,69	31,96	3,72	4,72
1.7. - 30.9.	int.sred.vred.	946,01 ± 7,53	514,96 ± 4,29	45,39 ± 0,58	18,77 ± 0,65
	st.nap.	3,84	2,19	0,29	0,33
	st.odkl.	46,11	26,29	3,54	3,98

Preglednica 36: Razlike v srednjih vrednostih in variabilnosti Vm in VI po stanju lesa ob prevzemu, zaradi različnih vremenskih vplivov

Stanje lesa- vpliv vrem.	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
suh les	int. sred.vred.	941,32 ± 4,57	514,83 ± 4,57	45,15 ± 0,59	19,85 ± 0,66
	stand. nap.	3,48	2,33	0,30	0,34
	stand. odkl.	29,21	29,21	3,75	4,22
moker les	int. sred.vred.	955,57 ± 12,42	512,84 ± 6,87	46,45 ± 1,0	19,27 ± 1,29
	stand. nap.	6,34	3,51	0,51	0,66
	stand. odkl.	46,59	25,77	3,63	4,84
snežen les	int. sred.vred.	951,56 ± 40,84	501,38 ± 9,53	48,1 ± 0,98	18,53 ± 1,38
	stand. nap.	20,84	4,86	0,50	0,71
	stand. odkl.	55,14	12,87	1,42	1,87
zmrz. - leden	int. sred.vred.	960,47 ± 31,07	502,03 ± 11,90	47,23 ± 2,48	20,29 ± 2,17
	stand. nap.	15,85	6,07	1,26	1,11
	stand. odkl.	54,92	21,03	4,20	3,83

Preglednica 37: Kazalci vpliva deleža lesa brez lubja na spreminjanje vrednosti obravnavnih parametrov

Del.obod.kol brez lub.(%)	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
0	int. sred.vred.	949,97 ± 14,77	514,16 ± 7,51	45,51 ± 1,07	17,78 ± 0,99
	st.nap.	7,53	3,83	0,55	0,50
	st.odkl.	47,65	24,24	3,47	3,18
0 - 20	int. sred.vred.	949,71 ± 10,30	514,34 ± 6,21	45,72 ± 0,68	19,21 ± 0,87
	st.nap.	5,25	3,17	0,35	0,45
	st.odkl.	43,29	25,88	3,43	3,57
20 - 40	int. sred.vred.	939,88 ± 0,85	513,73 ± 7,35	43,80 ± 0,83	22,36 ± 2,53
	st.nap.	10,64	8,85	0,42	1,29
	st.odkl.	43,68	35,49	3,66	5,28
40 - 60	int. sred.vred.	907,74 ± 7,48	525,95 ± 7,85	45,4 ± 2,22	22,67 ± 3,48
	st.nap.	29,33	10,15	10,98	1,78
	st.odkl.	43,68	25,00	3,93	3,31
60 - 80	int. sred.vred.	959,42 ± 0,37	497,70 ± 6,21	42,64 ± 2,99	26,77 ± 5,61
	st.nap.	25,70	18,48	1,53	2,86
	st.odkl.	51,40	36,95	5,29	3,715,73
>80	int. sred.vred.	917,95 ± 9,69	467,45 ± 9,69	42,64 ± 4,38	28,96 ± 2,81
	st.nap.	25,35	20,25	2,24	1,43
	st.odkl.	35,85	28,64	5,92	2,03

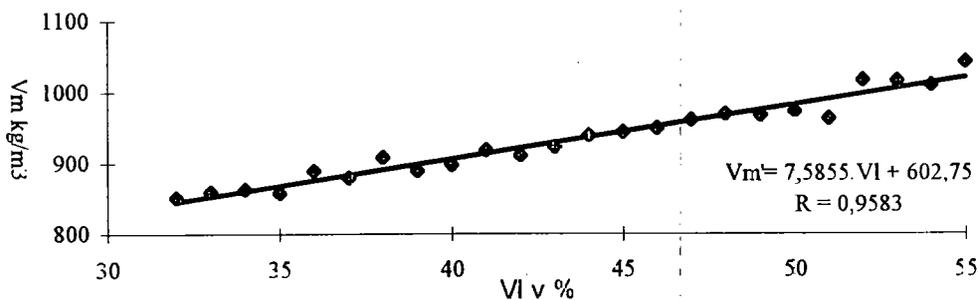
Preglednica 38: Vrednosti in statistični kazalci za ocenjeno stanje po osušenosti kolotov

Ocen.stanje kolotov	Kazalci	Vm kg/m <sup>3</sup>	Ng kg/m <sup>3</sup>	VI %	Pr cm
suh	int.sred.vred.	884,0 ± 32,89	538,22 ± 5,39	38,90 ± 8,13	15,58 ± 2,61
	st.nap.	16,78	27,52	4,15	1,33
	st.odkl.	33,56	55,04	8,29	2,67
osušen	int.sred.vred.	932,66 ± 11,90	510,80 ± 8,48	44,89 ± 1,04	20,46 ± 1,16
	st.nap.	6,07	4,33	0,53	0,59
	st.odkl.	44,19	31,52	3,86	4,29
svež	int.sred.vred.	951,49 ± 6,62	513,47 ± 3,83	45,94 ± 0,51	19,56 ± 0,64
	st.nap.	3,38	1,95	0,26	0,33
	st.odkl.	44,40	25,69	3,45	4,28

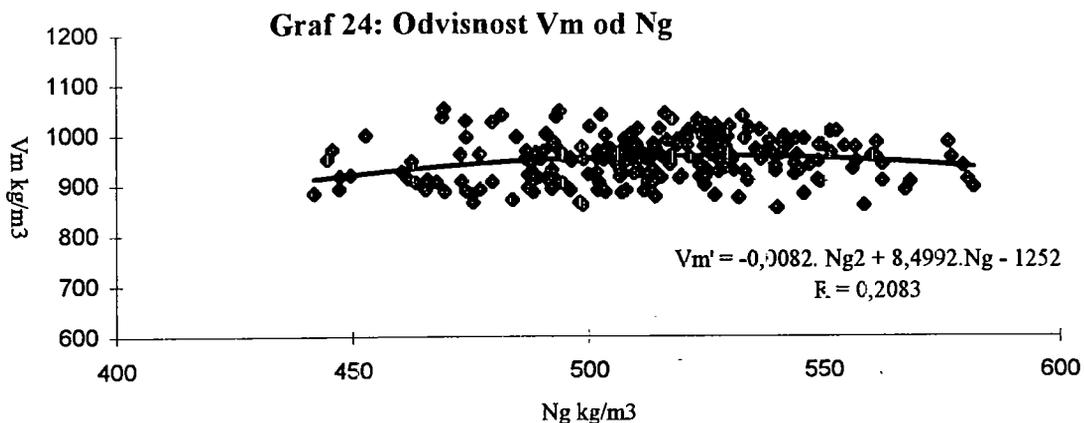
Čeprav smo navedli različne vzroke, ki pogojujejo dvom o točnosti ugotovljenih vrednosti nekaterih parametrov pri metodi klupanja, nam prikazane analize v preglednicah 34 do 38 dokazujejo značilno spreminjanje vrednosti pod vplivom obravnavanih dejavnikov. Menimo, da je pomemben vzrok večje zanesljivosti teh izsledkov v dejstvu, da je bila možnost natančne izmere in ocen pri vzorčnih kolutih mnogo večja, kot pri celotnih tovorih, ali posameznih kosih dolgega oblega lesa.

#### 4.8.3 Medsebojna povezanost (odvisnost) pomembnejših raziskavnih parametrov

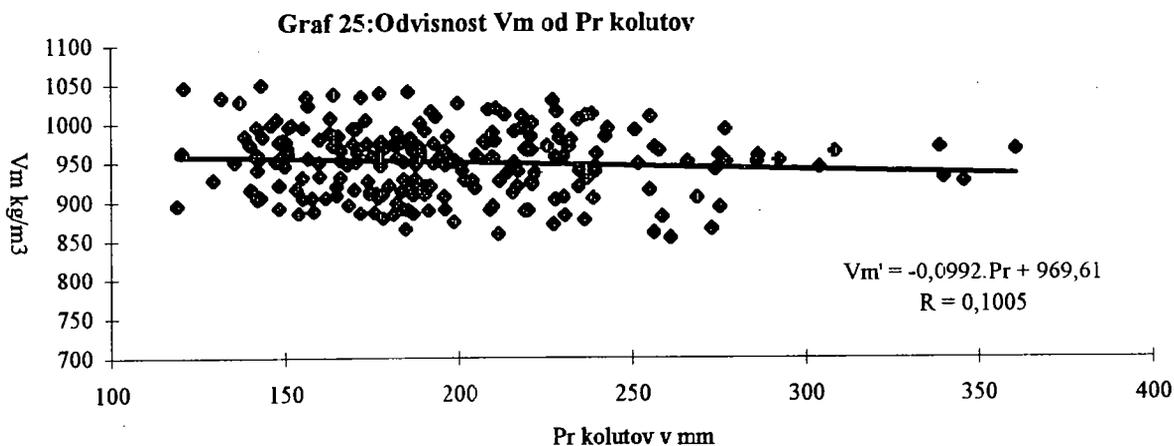
Graf 23: Odvisnost Vm od VI



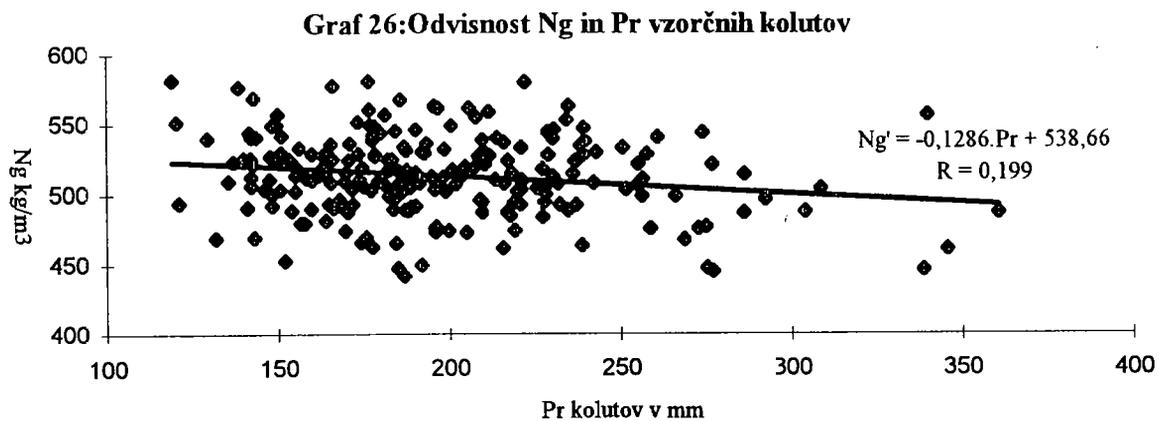
Korelacijski grafikon soodvisnosti Vm in VI, ki je napravljen na podlagi aritmetičnih sredin za posamezne vzorčne kolute, kaže, da gre za linearno povezavo med obema parametroma. Koeficient korelacije kaže na izrazito pozitivno in tesno soodvisnost obeh parametrov. Vrednosti Vm in VI, izračunane iz prikazane enačbe, so tudi osnova za izračun Ng. Razlike med izračunanimi vrednostmi iz individualnih podatkov in iz aritmetičnih sredin so minimalne, in sicer pri najnižjih vrednostih Vm (VI = 30%) 0,5%, pri najvišjih vrednostih Vm (VI = 60%) pa le 0,2%. Za praktične namene so te razlike nepomembne.



Korelacijski grafikov odvisnosti Vm in Ng, na podlagi individualnih podatkov, kaže na neizrazito krivoljčno odvisnost, z relativno nizkim determinacijskim koeficientom. Vendar pa se za praktično rabo vrednosti Ng izračunava neposredno iz ustreznih vrednosti za Vm in Ng, ki sta linearno in tesno povezani.

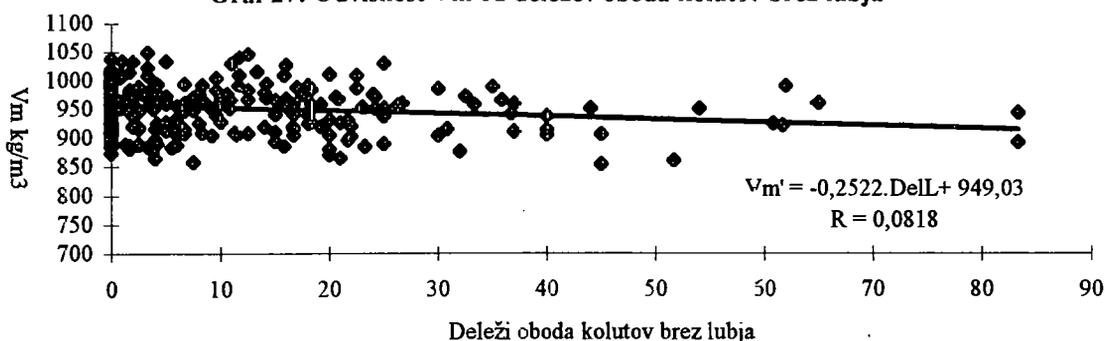


Grafikon odvisnosti Vm od premerov vzorčenih kolotov (kostanjevega lesa) kaže ohlapno in negativno medsebojno povezanost. To pomeni, da se z večanjem premerov kosov zmanjšuje Vm lesa.



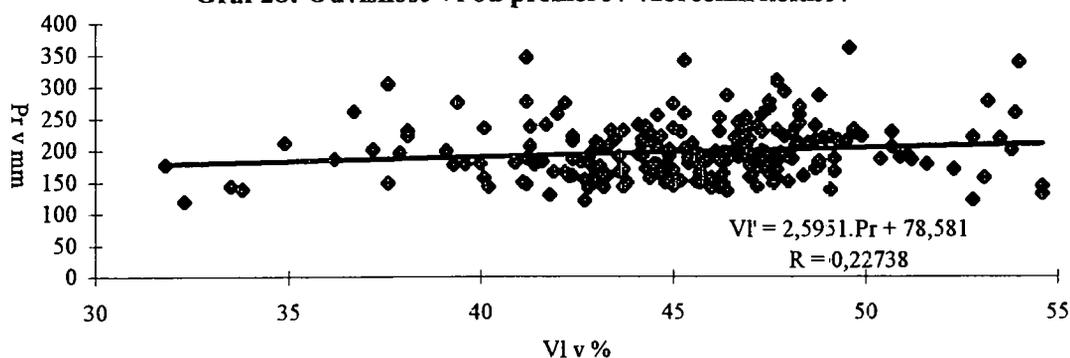
Odvisnost Ng od Pr je ohlapna in negativna, kar pomeni, da ima debelejši les relativno manjši delež suhe lesne snovi.

Graf 27: Odvisnost  $V_m$  od deležev oboda kolotov brez lubja



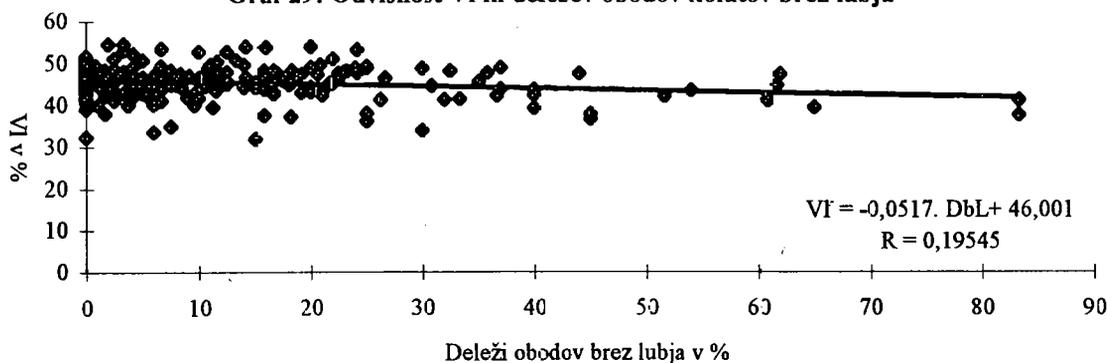
Tudi ta odvisnost, ki je sicer zelo ohlapna, je negativna, se pravi, da je prevzeti les brez lubja težji, kot v lubju. Vzrok je v manjši masi lubja, v primerjavi z lesom v lubju, oziroma samim lesom.

Graf 28: Odvisnost  $V_l$  od premerov vzorčenih kolotov



Tudi pri soodvisnosti  $V_l$  in  $Pr$  gre za relativno ohlapno, pozitivno povezanost. Z večanjem premera lesa narašča tudi vlažnost. Vzrok je v dejstvu, da se debelejši les počasneje suši kot tanek les, in sicer tako pri stoječem drevju, kot tudi v času od poseka do prevzema.

Graf 29: Odvisnost  $V_l$  in deležev obodov kolotov brez lubja



Odvisnost  $V_l$  od deleža lesa (obodov vzorčenih kolotov) brez lubja je sicer majhna, toda z opaznim padajočim trendom. Z večanjem deleža oboda kolotov brez lubja, se zmanjšuje tudi vlažnost lesa. Vzrok je v intenzivnejšem sušenju lesa brez lubja.

#### **4.9 Končni izsledki na podlagi vzorčnih kolotov opravljenih raziskav fizikalnih lastnosti in njihove soodvisnosti pri kostanjevem lesu ter njih prikaz v obliki tablic za praktično uporabo**

Zaradi lažje medsebojne primerjave ugotovitev in izsledkov obeh raziskovanih metod prevzema kostanjevega lesa ter za praktično uporabo, smo tudi izsledke metode ugotavljanja volumenske mase na podlagi kolotov, prikazali v enaki obliki, kot pri metodi klupanja (Preglednica 32). Tudi tu smo osnovnim parametrom za prevzem lesa na podlagi mase in vlažnosti, dodali vrednosti nekaterih kazalcev, ki bodo koristen pripomoček za različne ocene in preračunavanja pri praktičnem delu. Navedeno je razvidno iz preglednice 39.

Preglednica 39: Tabelarni prikaz vrednosti pomembnejših parametrov za prevzem kostanjevine na osnovi izmere vlažnosti in mase lesa

1	2	3	4	5	6	7	8
VI %	Vm kg/m <sup>3</sup>	Indeks Vm	Ng kg/m <sup>3</sup>	Indeks Ng	1 tona Vm =m <sup>3</sup> Vm	1 tona Vm =kg Ng	1 tona Ng =m <sup>3</sup> Vm
30	831,4	0,880	582,0	1,120	1,203	700	1,718
31	839,0	0,888	578,9	1,114	1,192	690	1,727
32	846,6	0,896	575,7	1,107	1,181	680	1,737
33	854,1	0,904	572,3	1,101	1,171	670	1,747
34	861,7	0,912	568,7	1,094	1,160	660	1,758
35	869,3	0,920	565,0	1,087	1,150	650	1,770
36	877,0	0,928	561,2	1,080	1,140	640	1,782
37	884,5	0,936	557,2	1,072	1,131	630	1,795
38	892,1	0,944	553,1	1,064	1,121	620	1,808
39	899,6	0,952	548,8	1,056	1,112	610	1,822
40	907,2	0,960	544,3	1,047	1,102	600	1,837
41	914,8	0,968	539,7	1,038	1,093	590	1,853
42	922,4	0,976	535,0	1,029	1,084	580	1,869
43	930,0	0,984	530,1	1,020	1,075	570	1,886
44	937,6	0,992	525,0	1,010	1,067	560	1,905
45	945,2	1,000	519,8	1,000	1,058	550	1,924
46	952,7	1,008	514,5	0,989	1,050	540	1,944
47	960,3	1,016	509,0	0,979	1,041	530	1,965
48	967,9	1,024	503,3	0,968	1,033	520	1,987
49	975,5	1,032	497,5	0,957	1,025	510	2,010
50	983,1	1,040	491,5	0,946	1,017	500	2,034
51	990,7	1,048	485,4	0,934	1,009	490	2,060
52	998,3	1,056	479,2	0,922	1,002	480	2,087
53	1005,8	1,064	472,7	0,909	0,994	470	2,115
54	1013,4	1,072	466,2	0,897	0,987	460	2,145
55	1021,0	1,080	459,5	0,884	0,979	450	2,176
56	1028,6	1,088	452,6	0,871	0,972	440	2,210
57	1036,2	1,096	445,6	0,857	0,965	430	2,244
58	1043,8	1,104	438,4	0,843	0,958	420	2,281
59	1051,4	1,112	431,1	0,829	0,951	410	2,320
60	1058,9	1,120	423,6	0,815	0,944	400	2,361
<b>45</b>	<b>945,2</b>	<b>1,000</b>	<b>513,8</b>	<b>1,000</b>	<b>1,058</b>	<b>550</b>	<b>1,924</b>

**Opomba:** Okrajšave, pomen in način izračunavanja vrednosti posameznih parametrov so enaki, kot v preglednici 32. Zato razlaga tu ni potrebna !.

#### 4.10 Primerjava izsledkov in ugotovitev raziskav med obravnavanima metodama prevzema lesa

Izhodiščni parametri raziskav, to je: število tovorov, količina lesa, število in dolžina ter telesnina kosov (oblovine) v tovorih, vlažnost lesa ter nekateri vplivni dejavniki, so bili enaki pri obeh metodah prevzema. Zanje primerjave niso potrebne. Celostne primerjave, med vsemi prikazanimi izsledki raziskav, bi bile tudi preobsežne. Zato bomo medsebojno primerjali le povprečne vrednosti tistih parametrov, ki so pomembni pri praktični uporabi obeh metod merjenja količin lesa. Posebno pozornost bomo namenili parametrom v obeh preglednicah (32 in 39), ki sta prirejeni za praktično uporabo.

##### 4.10.1 Primerjava povprečnih vrednosti iz dejanskih (merjenih, snemanih) podatkov

Preglednica 40: Primerjava ugotovljenih vrednosti po virih dobav lesa

GGO	Vm (kg/m <sup>3</sup> )				Ng (kg/m <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kr.	1025,7	966,2	59,5	6,2	530,7	499,7	31,0	6,2
Lj.	1046,9	946,6	100,3	10,6	557,9	503,9	54,0	10,6
Koč.	1032,4	958,5	73,9	7,7	553,4	513,8	39,6	7,7
N.m.	1044,9	953,0	91,9	9,6	565,9	516,5	49,4	9,6
Br.	1025,8	938,2	87,6	9,3	564,2	516,0	48,2	9,3
Ce.	1021,1	940,6	80,5	8,6	549,7	503,0	46,7	8,6
Mb.	1026,0	944,2	81,8	8,7	570,2	523,6	46,6	8,7
M.S.	1017,8	947,7	70,1	7,4	539,9	503,0	36,9	7,4
Hrv.	1038,6	958,7	79,9	8,3	541,7	507,2	34,5	8,3
Skup.	1032,7	946,0	86,7	9,2	560,9	513,5	47,4	9,2

Razlaga kazalcev po stolpcih:

- 1 = Srednje vrednosti Vm ugotovljene s klupanjem lesa;
- 2 = Srednje vrednosti Vm ugotovljene na podlagi vzorčenja (koluti);
- 3 = Absolutne razlike med obema vrednostima (v kg/m<sup>3</sup>);
- 4 = Relativne razlike med obema vrednostima (%);
- 5 = Srednje vrednosti Ng ugotovljene s klupanjem lesa;
- 6 = Srednje vrednosti Ng ugotovljene na podlagi vzorčnih kolotov;
- 7 = Absolutne razlike med obema vrednostima Ng (v kg/m<sup>3</sup>);
- 8 = Relativne razlike med obema vrednostima (v%).

Razlaga velja tudi za preglednice 41,42,43 in 44!

Iz preglednice je razvidno, da je povprečna Vm, ki je bila ugotovljena z običajno metodo merjenja lesa (klupanje), za 86,7 kg, to je za 9,2 % večja, kot Vm ugotovljena z vzorčenjem. Zanimivo je, da je ta absolutna in relativna razlika enaka razliki (90 kg/m<sup>3</sup>; 9,0%), ki je bila ugotovljena za enak les (pravi kostanj, dolgi obli les) v tovarni BREST, Cerknica (ZGAJNAR, 1994). Popolnoma enaki sta tudi povprečni vlažnosti lesa (45,6%). Srednja vrednost Vm (po metodi ksilometriiranja) iz omenjenih raziskav je le za 3% nižja, kot po naših ugotovitvah.

Če ne upoštevamo različno število vzorcev po GGO (npr.: GG Kočevje le en tovor), so vse Vm (po metodi klupanja) po območjih, v intervalu med  $\pm 1,4\%$  okrog srednje vrednosti. Vrednosti Vm po metodi vzorčenja s koluti pa so v intervalu med  $-2,1$  in  $-0,1\%$  okrog srednje

vrednosti. Največja razlika med vrednostima po obeh metodah je pri lesu iz območja GG Ljubljana, in sicer 10,6%, najmanjša pri lesu iz GGO Kranj, le 6,2%.

Vse vrednosti Ng po GGO so v intervalu med  $\pm 2\%$  okrog srednje vrednosti. Največja razlika med vrednostima Ng, po obeh metodah, je spet pri GGO Kranj (10,6%).

Na osnovi zgornjih analiz lahko zaključimo, da so razlike v vrednostih Vm in Ng med posameznimi viri dobav majhne, časovno in prostorsko spremenljive ter odvisne od številnih drugih dejavnikov. Ker je GGO tudi pregrobo merilo za zanesljivo ugotavljanje vpliva vira lesa na spreminjanje vrednosti parametrov, menimo, da ga v praksi še ne kaže upoštevati. Za točnejšo opredelitev bi bile potrebne dodatne terenske raziskave, po ožje opredeljenih lokacijah (območje g.gospodarske enote ali revirja).

Preglednica 41: Razlike med vrednostmi po času poseka lesa

Let.obd. poseka	Vm (kg/m <sup>3</sup> )				Ng (kg/m <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.10-30.3.	1037,5	950,7	86,2	9,1	567,0	511,3	55,7	10,8
1.4.-30.6.	1000,4	934,8	65,6	7,0	556,6	508,5	48,1	9,4
1.7.-30.9.	1036,4	946,0	88,6	9,4	560,3	515,0	45,3	8,8

Vse vrednosti Vm po metodi klupanja so v intervalu med -3,5 in + 0,5% okoli srednje vrednosti. Vrednosti po metodi ksilometriranja pa v intervalu med - 1,2 in + 0,5%. Med obema metodama so največje razlike med Vm v poletnem obdobju, med Ng pa v jesensko-zimskem obdobju. Povprečna razlika je seveda enaka kot v prejšnji preglednici, to je 9,2%.

Preglednica 42: Primerjava razlik v vrednostih po stanju lesa zaradi vremenskih vplivov

Vrem. vpliv	Vm (kg/m <sup>3</sup> )				Ng (kg/m <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4	5	6	7	8
suh	1024,3	941,3	83,0	8,8	561,9	514,8	47,1	9,1
namoč.	1051,8	955,6	96,2	10,0	562,7	512,8	49,9	9,7
leden	1038,8	951,6	87,2	9,2	539,3	501,4	38,5	7,6
snežen	1061,7	960,5	101,2	10,5	557,5	502,0	55,5	11,0

Največja razlika v Vm in Ng med obema postopkoma meritev je pri sneženem lesu, najmanjša pri ledenem lesu. Skupna povprečna razlika je tudi tu 9,2%.

Preglednica 43: Primerjava razlik vrednosti Vm in Ng po deležih lesa brez lubja

brez lubja %	Vm (kg/m <sup>3</sup> )				Ng (kg/m <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1034,3	953,0	81,3	8,5	551,9	517,4	34,5	6,7
0-20	1038,4	951,8	86,6	9,1	562,6	521,3	41,3	7,9
20-40	1034,8	955,4	79,4	8,3	559,7	517,7	42,0	8,1
40-60	1030,8	936,0	94,8	10,1	562,1	514,3	47,8	9,3
60-80	1000,5	944,0	56,5	6,0	571,9	509,5	62,4	12,2
>80	987,9	918,7	69,2	7,5	557,5	495,5	62,0	12,5

Med razlikami Vm ni opazna neka zakonitost spreminjanja, pač pa je ta očitna v Nm. Le-te naraščajo z večanjem deleža lesa brez lubja. Vzrok temu nam ni poznan.

#### 4.10.2 Primerjava izračunanih (izravnanih, teoretičnih) vrednosti glavnih parametrov prikazanih v preglednicah 32 in 39

Preglednica 44: Tablice za določanje volumenske mase in nominalne gostote kostanjevega oblega lesa na podlagi mase in vlažnosti

VI %	Vm (kg/m <sup>3</sup> )				Ng (kg/m <sup>3</sup> )			
	1	2	3	4	5	6	7	8
30	894,2	831,4	62,8	7,6	625,9	582,0	43,9	7,5
31	903,1	839,0	64,1	7,6	623,1	578,9	44,2	7,6
32	912,0	846,6	65,4	7,7	620,1	575,7	44,4	7,7
33	920,9	854,1	66,8	7,8	617,0	572,3	44,7	7,8
34	929,7	861,7	68,0	7,9	613,6	568,7	44,9	7,9
35	938,6	869,3	69,3	8,0	610,1	565,0	45,1	8,0
36	947,5	877,0	70,5	8,0	606,4	561,2	45,2	8,1
37	956,4	884,5	71,9	8,1	602,5	557,2	45,3	8,1
38	965,3	892,1	73,2	8,2	598,5	553,1	45,4	8,2
39	974,2	899,6	74,6	8,3	594,2	548,8	45,4	8,3
40	983,0	907,2	75,8	8,4	589,8	544,3	45,5	8,4
41	991,9	914,8	77,1	8,4	585,2	539,7	45,5	8,4
42	1000,8	922,4	78,4	8,5	580,5	535,0	45,5	8,5
43	1009,7	930,0	79,7	8,6	575,5	530,1	45,4	8,6
44	1018,6	937,6	81,0	8,6	570,4	525,0	45,4	8,6
45	1027,5	945,2	82,3	8,7	565,1	519,8	45,3	8,7
46	1036,3	952,7	83,6	8,8	559,6	514,5	45,1	8,8
47	1045,2	960,3	84,9	8,8	554,0	509,0	45,0	8,8
48	1054,1	967,9	86,2	8,9	548,1	503,3	44,8	8,9
49	1063,0	975,5	87,5	9,0	542,1	497,5	44,6	9,0
50	1071,9	983,1	88,8	9,0	535,9	491,5	44,4	9,0
51	1080,8	990,7	90,1	9,1	529,6	485,4	44,2	9,1
52	1089,6	998,3	91,3	9,1	523,0	479,2	43,8	9,1
53	1098,5	1005,8	92,7	9,2	516,3	472,7	43,6	9,2
54	1107,4	1013,4	94,0	9,3	509,4	466,2	43,2	9,3
55	1116,3	1021,0	95,3	9,3	502,3	459,5	42,8	9,3
56	1125,2	1028,6	96,6	9,4	495,1	452,6	42,5	9,4
57	1134,1	1036,2	97,9	9,4	487,7	445,6	42,1	9,4
58	1143,0	1043,8	99,2	9,5	480,0	438,4	41,6	9,5
59	1151,8	1051,4	100,4	9,5	472,3	431,1	41,2	9,6
60	1160,7	1058,9	101,8	9,6	464,3	423,6	40,7	9,6
<b>45</b>	<b>1027,5</b>	<b>945,2</b>	<b>82,3</b>	<b>8,7</b>	<b>558,0</b>	<b>513,8</b>	<b>44,2</b>	<b>8,7</b>

**Opomba:!** V preglednicah 32, 39 in 44 prikazane srednje vrednosti se za nekaj desetina odstotka razlikujejo od srednjih vrednosti za dejanske (merjene) podatke. Vzrok je v dejstvu, da smo v omenjenih preglednicah, ki so prirejene za praktično uporabo, izračunali tudi vrednosti za VI=30 in 31% ter za VI = nad 55 % ( do 60%). Dejansko ugotovljena VI pa je bila le v intervalu med 32 in 55%.

Iz primerjav v preglednici 44 je razvidno, da je  $V_m$ , ugotovljena s klupanjem tovorov, v povprečju za 82,3 kg/m<sup>3</sup>, ali za 8,7% večja kot  $V_m$ , dobljena s postopkom ksilometriranja. Z večanjem  $V_m$  narašča tudi razlika, in sicer od 7,6% pri najnižjih vrednostih  $V_m$  in  $V_l$ , do 9,6% pri najvišji vrednosti. Razlika med izračunano najnižjo in najvišjo vrednostjo  $V_m$  (v stolpcu 1) je 266,5 kg/m<sup>3</sup> lesa, to je 30%. Razlika za  $V_m$  (v stolpcu 2) pa 227,5 kg/m<sup>3</sup>.

Razlika med povprečnima vrednostima  $N_g$  (stolpca 5 in 6) je 44,2 kg/m<sup>3</sup>, ali 8,7%. Največja razlika med vrednostmi  $N_g$  v stolpcu 1 je 161,6 kg/m<sup>3</sup> in 158,4 kg/m<sup>3</sup> v stolpcu 2.

Za vsak povečan odstotek  $V_l$  se  $V_m$  poveča za 8,9 kg (v stolpcu 1), oziroma za 7,6 kg (v stolpcu 2).  $N_g$  pa se za vsako povečano stopnjo vlažnosti povprečno zmanjša za 5,4 kg (stolpec 1), oziroma za 5,3 kg (stolpec 2).

Vse izračunane vrednosti  $V_m$  iz podatkov klupanja so torej v intervalu  $1027,5 \pm 133$  kg/m<sup>3</sup> ( $\pm 12,9\%$ ), po drugem postopku pa v intervalu  $945,2 \pm 114$  kg/m<sup>3</sup> ( $\pm 12,\%$ ). Razpon vrednosti  $N_g$  pa je  $558,0 \pm 81$  kg/m<sup>3</sup> ( $\pm 14,5\%$ ), oziroma  $513,8 \pm 79$  kg/m<sup>3</sup> (15,4%).

#### 4.11 Analiza in prikaz izsledkov raziskav prostorninskega lesa.

V preglednicah 1 in od 7 do 12 so že prikazani izhodiščni parametri ter izsledki analiz na podlagi dejanskih (merjenih in ocenjenih) podatkov. Tam je razvidna tudi spremenljivost srednjih vrednosti zaradi vpliva različnih dejavnikov, kot tuči nekateri ugotovljeni pretvorni faktorji za preračunavanje enih merskih enot v druge (prn. m<sup>3</sup>, kg, tona). Zato bomo v sledečih poglavjih opravili le še nekatere statistične analize glavnih parametrov, zlasti še medsebojne soodvisnosti ter nekatere druge primerjave. Končno bomo izdelali še tablice za praktično uporabo pri prevzemanju prostorninskega lesa (drv).

Preglednica 45: Statistični kazalci obravnavanih parametrov za kostonjev prostorninski les

1	2	3	4	5	6	7
Kazalci	$V_l$ %	$V_m$ kg/prn	$N_g$ kg/prn	Delsuh %	Dellub %	Delobl %
interv. vred.	41,1 $\pm$ 1,8	471,6 $\pm$ 11,8	273,1 $\pm$ 7,7	31,5 $\pm$ 5,8	4,5 $\pm$ 2,43	22,8 $\pm$ 5,5
stand. nap.	0,93	6,01	3,95	2,95	1,24	2,83
stand. odkl.	6,61	42,51	27,90	20,86	8,76	19,98
min. vred.	26,8	361,5	193,4	0	0	0
maks. vred.	55,6	606,3	342,2	90	40	100

Razlaga k preglednici 45:

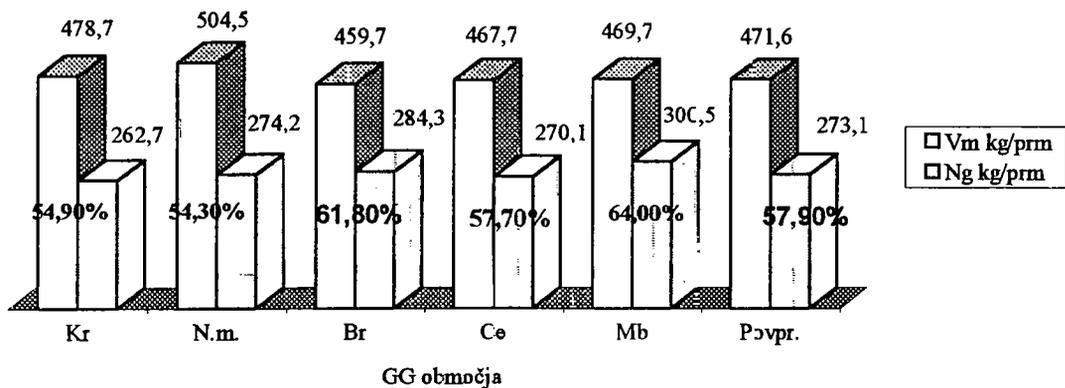
Parametri v stolpcih 1,2,3 in 4 so že poznani;

5 = Ocenjen delež suhega lesa v tovoru;

6 = Ocenjen delež polen brez lubja;

7 = Ocenjen delež oblac (necepanih polen) v tovoru.

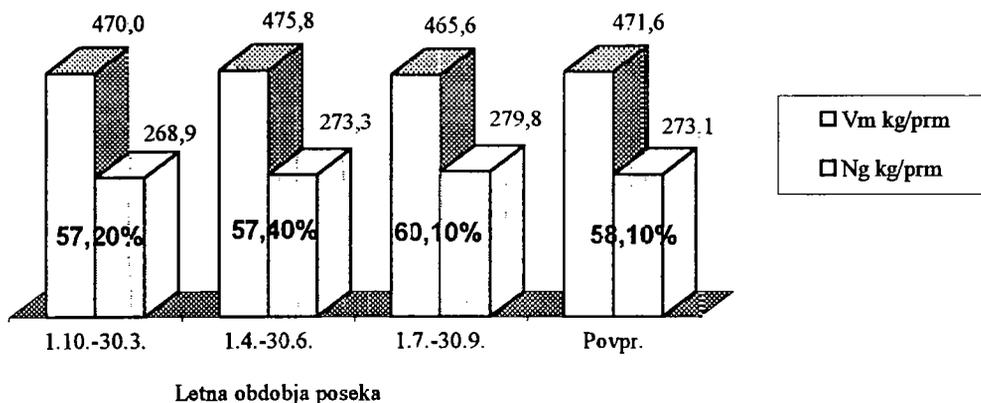
**Graf 30: Srednje vrednosti mase in nominalne gostote prostorninskega lesa kostanja dobavljenega iz različnih GG območij (v kg/prm)**



Opomba!: Številke na stolpcih (%) so masni deleži suhega lesa.

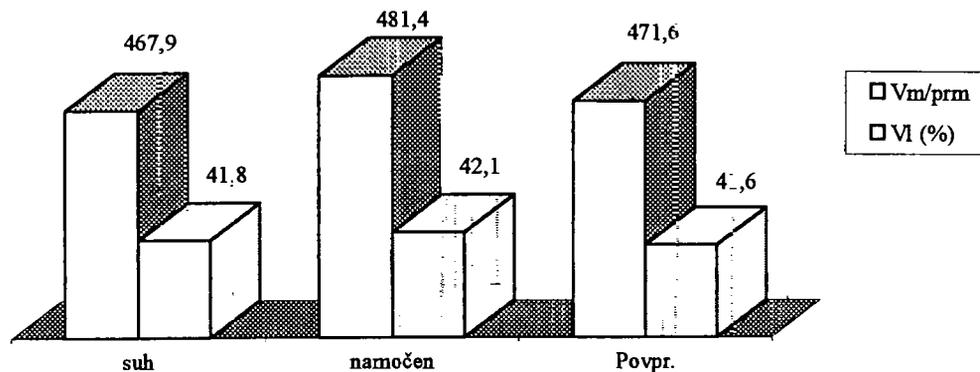
Vse dejanske povprečne vrednosti Vm po GGO so v intervalu med  $471,6 + 7,0\%$  in  $471,6 - 2,5\%$ . Razpon vrednosti Ng je med  $273,1 + 10,0\%$  in  $273,1 - 4,2\%$ . Najtežji prostorninski les je bil iz GGO N.m., najlažji iz GGO Brežic. Največja Ng je pri lesu iz GGO Maribor, najmanjša pri lesu iz GGO Kranj.

**Graf 31: Srednje vrednosti Vm in Ng prostorninskega lesa po letnih obdobjih poseka**



Največja Vm kostanjevine je iz spomladanskega, največja Ng pa iz poletnega obdobja poseka lesa. Razlike med Vm so v intervalu med  $+ 0,9$  in  $- 1,3\%$  okoli srednje vrednosti, vrednosti Ng pa v intervalu med  $273,1 + 2,4\%$  in  $273,1 - 1,5\%$ . Gre torej za relativno majhne razlike med povprečji po obdobjih poseka lesa.

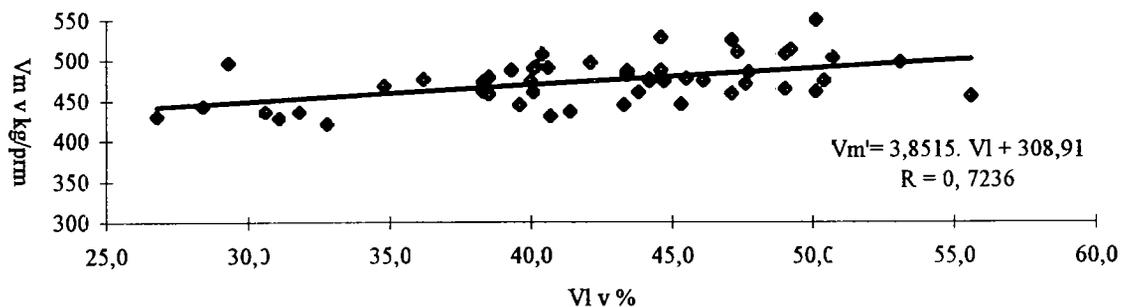
**Graf 32: Vpliv padavin (dežja) na maso in vlažnost ob prevzemu kostanjevega prostorninskega lesa**



Povprečna Vm namočenega prostorninskega lesa je za 2,9% večja, kot pri suhem lesu. VI pa se razlikuje za + 0,5%. Od povprečne mase je namočen prostorninski les težji za 2%, to je za 9,8 kg/prm.

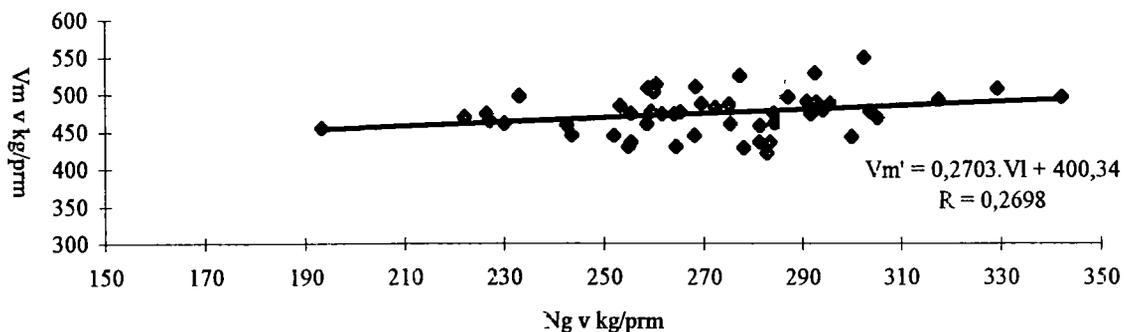
#### 4.11.1 Soodvisnosti glavnih parametrov pri prostorninskem lesu kostanja

**Graf 33: Odvisnost Vm od VI pri prostorninskem lesu kstanja**



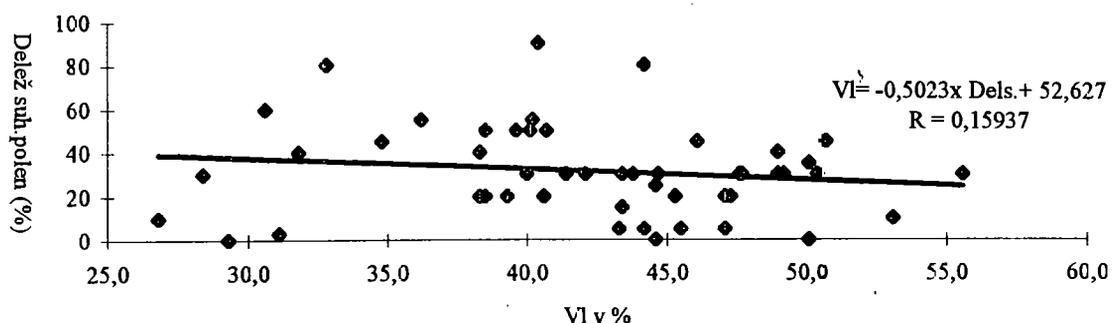
Grafikon 33 kaže linearno korelacijo med Vm in VI pri prostorninskem lesu kostanja, in sicer je korelacija tesnejša, kot je bila pri dolgem oblem lesu. To kaže korelacijski koeficient, ki je merilo stopnje odvisnosti.

**Graf 34: Odvisnost Vm od Ng pri prostorninskem lesu kostanja**



Odvisnost Vm od Ng pri prostorninskem lesu je linearna, pozitivna in ohlapna, saj je koeficient korelacije nizek.

**Graf 35: Odvisnost VI od deleža suhih (osušenih) polen v tovoru**



Gre za ohlapno, linearno in negativno korelacijo med VI in deležem suhih polen v tovoru. Z večanjem deleža posušenih polen se povprečna vlažnost zmanjšuje.

Podobna je tudi odvisnost VI prostorninskega lesa od deleža polen brez lubja, in sicer z enačbo premice:  $V_m = -0,1672 \cdot D_{ell} + 11,546$ ;  $R = 0,12609$ . Soodvisnosti VI in deleža okroglic v tovoru je neznatna ( $R = 0,0173$ ). Nekoliko tesnejša in pozitivna korelacija je med  $V_m$  in deležem okroglic, in sicer:  $V_m = 0,3116 \cdot D_{elok} + 463,77$ ;  $R = 0,14629$ . Rahlo negativno je  $V_m$  odvisna tudi od deleža posušenih polen v tovoru:  $V_m = -0,0954 \cdot D_{els} + 473,88$ ;  $R = 0,0469$  ter od deleža polen brez lubja:  $V_m = -0,06452 \cdot D_{ell} + 473,78$ ;  $R = 0,1330$ .

#### 4.11.2 Izračun teoretičnih vrednosti parametrov in izdelava tablic za praktično uporabo pri prevzemanju kostonjevega prostorninskega lesa

V podobni obliki in na enak način, kot tablice za prevzemanje dolgega oblega lesa, smo izdelali tudi tablice za praktično prevzemanje prostorninskega lesa. Tuči tu smo osnovnim izračunanim parametrom, dodali še nekatere uporabne pretvorne faktorje, ki bodo koristen pripomoček pri prevzemanju lesa in tehnoloških izračunih.

Kot pri omenjenih tablicah, bomo izračunali vrednosti glavnih parametrov s pomočjo enačbe za linearno odvisnost  $V_m$  od VI (Graf 33). Ta odvisnost je najtesnejša, saj je tu največji koeficient korelacije. Ker je razpon dejanskih vrednosti VI pri prostorninskem lesu večji (med 26,8 in 55,6%) kot pri dolgem oblem lesu, bomo temu prilagodili tudi tablice.

Preglednica 46: Tablice z vrednostmi osnovnih parametrov in nekaterimi pretvornimi faktorji za prevzemanje prostorninskega lesa po masi

1	2	3	4	5a	5b	6a	6b
Vl %	Vm kg/prm	Ng kg/prm	1 tona Vm = prm	1 m3 Vm = prm	1 prm = m3	1 m3 Vm = prm	1 prm = m3
25	405,2	303,9	2,47	2,55	0,39	2,33	0,43
26	409,0	302,7	2,44	2,52	0,40	2,31	0,43
27	412,9	301,4	2,42	2,50	0,40	2,29	0,44
28	416,8	300,1	2,40	2,48	0,40	2,27	0,44
29	420,6	298,6	2,38	2,46	0,41	2,25	0,44
30	424,5	297,1	2,36	2,43	0,41	2,23	0,45
31	428,3	295,5	2,33	2,41	0,41	2,21	0,45
32	432,2	293,9	2,31	2,39	0,42	2,19	0,46
33	436,0	292,1	2,29	2,37	0,42	2,17	0,46
34	439,9	290,3	2,27	2,35	0,43	2,15	0,46
35	443,7	288,4	2,25	2,33	0,43	2,13	0,47
36	447,6	286,4	2,23	2,31	0,43	2,11	0,47
37	451,4	284,4	2,22	2,29	0,44	2,10	0,48
38	455,3	282,3	2,20	2,27	0,44	2,08	0,48
39	459,1	280,1	2,18	2,25	0,44	2,06	0,49
40	463,0	277,8	2,16	2,23	0,45	2,04	0,49
41	466,8	275,4	2,14	2,21	0,45	2,03	0,49
42	470,7	273,0	2,12	2,19	0,46	2,01	0,50
43	474,5	270,5	2,11	2,18	0,46	1,99	0,50
44	478,4	267,9	2,09	2,16	0,46	1,98	0,51
45	482,2	265,2	2,07	2,14	0,47	1,96	0,51
46	486,1	262,5	2,06	2,12	0,47	1,95	0,51
47	489,9	259,7	2,04	2,11	0,47	1,93	0,52
48	493,8	256,8	2,03	2,09	0,48	1,92	0,52
49	497,6	253,8	2,01	2,08	0,48	1,90	0,53
50	501,5	250,7	1,99	2,06	0,49	1,89	0,53
51	505,3	247,6	1,98	2,04	0,49	1,87	0,53
52	509,2	244,4	1,96	2,03	0,49	1,86	0,54
53	513,0	241,1	1,95	2,01	0,50	1,84	0,54
54	516,9	237,8	1,93	2,00	0,50	1,83	0,55
55	520,7	234,3	1,92	1,98	0,50	1,82	0,55
40	463,0	277,8	2,16	2,23	0,45	2,04	0,49

Razlaga preglednice 46 (tablic za prostorninski les) po stolpcih:

Stolpec: 1 = Vl prostorninskega lesa, ki jo ugotovimo z vzorčenjem žagovine;

2 = Vm lesa (kg/prm) pri določeni Vl;

3 = Ng (kg/prm) pri ugotovljeni Vl in Vm;

- 4 = Količina (prm) v 1 toni prevzetega prostorninskega lesa z določeno V1;
- 5a = Količina (prm) v 1 m<sup>3</sup> lesa. Upoštevana je povprečna Vm lesa, ugotovljena z metodo klupanja ( $V_m = 1032,7 \text{ kg/m}^3$ );
- 5b = Količina (m<sup>3</sup>) v 1 prm lesa;
- 6a = Količina (prm) v 1 m<sup>3</sup> lesa. Upoštevana povprečna Vm lesa na podlagi metode ksilometriranja ( $V_m = 946,0 \text{ kg/m}^3$ );
- 6b = Količina (m<sup>3</sup>) v 1 prm lesa.

#### 4.12 Raziskave pomembnejših kazalcev fizikalnih lastnosti kostanjevega lubja

Pomemben delež pri prevzemu, oziroma odkupu lesa, predstavlja tudi lubje, ki v lesno predelovalni industriji najpogosteje predstavlja ostanek, odpadek, balast. V kemični predelavi lesa, konkretno pri proizvodnji tanina pa predstavlja lubje, predvsem pri nekaterih tropskih drevesnih vrsta z visokim deležem tanina, pomemben delež surovine, potrebne v tovrstni proizvodnji.

Da bi ugotovili, kolikšen delež predstavlja lubje pri kostanjevem lesu, ki ga v svojem proizvodnem procesu uporablja tovarna TANIN, smo v okviru zastavljene raziskave opravili tudi podrobnejšo analizo lubja.

##### 4.12.1 Metoda in postopki raziskav

Vzorčenja in meritve ter delne analize lubja so potekale vzporedno z ostalimi meritvami. Skupaj je bilo v raziskavah analiziranih 231 tovorov, pri čemer je bilo na vsakem tovoru slučajno izbranih po 6 kostanjevih debel - kosov različne dolžine in različnega premera. Z ustreznim izbijačem, sta bila nato na vsakem kosu odvzeta po 2 izsečka lubja, ki sta bila podrobneje analizirana.

Po opravljenem vzorčenju, večkratnem preverjanju merjenih podatkov in delnih izračunih, smo iz nadaljne analize najprej izločili vse nepopolne podatke za posamezne vzorce lubja. Po izračunu volumenske mase za posamezen vzorec lubja in ob tem ugotovljenih nerealnih vrednosti, smo iz nadaljne analize izločili tudi vse vzorce lubja, pri katerih je bila izračunana volumenska masa manjša od  $400 \text{ kg/m}^3$ , ali večja od  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Na ta način je bilo iz analize izločenih skupno 141 (10%) vzorcev lubja. V končni obdelavi smo tako upoštevali podatke za 1245 vzorcev kostanjevega lubja.

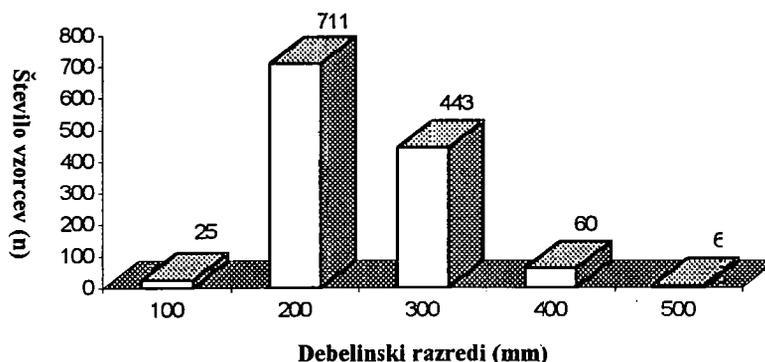
##### 4.12.2 Izsledki in ugotovitve raziskav

Glede na to, da je za proizvodnjo tanina uporaben malodane ves kostanjev les, tovor običajno sestavljajo kosi debel različnih dimenzij, tako po dolžini, kot po premeru. Iz podatkov, dobljenih pri natančni izmeri - klupanju vsakega tovara posebej (231 tovorov), smo izračunali povprečno dolžino kosa v tovoru, ki je bil 4,5 metra in povprečni premer kosa - 23,70 cm. V vsakem tovoru je bilo povprečno po 59 kosov. Povprečni volumen tovara je bil  $12,58 \text{ m}^3$ , povprečni volumen kosa pa  $0,212 \text{ m}^3$ .

Na osnovi natančne izmere premera izžaganega koluta (dvojni križni premer) in izračunanega povprečnega premera koluta za posamezni vzorčni kos smo ugotovili, da znaša povprečni premer vzorčnega kosa vseh prevzetih tovorov 195 mm, pri čemer je bil najtanjši kos premera 60 mm, najdebelejši pa 482 mm. Opazna je torej dokaj velika razlika v primerjavi z povprečnim premerom kosa v tovoru, ugotovljenega z klupanjem (23,70 cm), kar si lahko razlagamo predvsem z težavami pri sami izmeri ter pri jemanju in analizi vzorcev večjih premerov. To predvsem na začetku meritev (premajhna posoda za potapljanje vzorčnih kolotov večjih premerov), zaradi česar so bili v vzorčenju zajeti predvsem tanjši kosi. Kar 93% vseh vzorcev

je bilo ob razvrstitvi v debelinske razrede uvrščenih v razreda 200 in 300 mm, s tem, da je bil še posebno močno zastopan razred 200 mm, kamor je bilo uvrščenih kar 711 (57%) vzorcev.

**Graf 36: Porazdelitev vzorčnih kosov po debelinskih razredih**

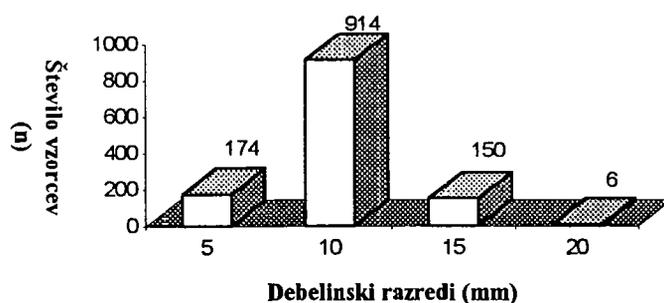


Struktura dobavljene - prevzete količine kostanjevega lesa v tovarni TANIN, tako po debelini, kot tudi po kvaliteti, je prav gotovo izraz stanja lesnih zalog kostanja v naravi. Po podatkih (ŽGAJNAR, L. in ostali; 1994), se po debelini kar 60% vseh lesnih zalog kostanja v Sloveniji nahaja v razredu 100 - 300 mm, 35% zalog je v razredu 300 - 500 mm in le 5% v debelinskem razredu nad 500 mm. Žal, predvsem kostanj v prvem debelinskem razredu, ki sestavlja večino tovorov, še vedno močno propada.

#### 4.12.2.1 Debelina lubja

Na vsakem izbranem vzorčnem kosu sta bila na sredini kosa in to na nasprotnih straneh, odvzeta po dva izsečka lubja. Z dvojnimi križnim merjenjem debeline izsečka lubja je bila za vsak izseček izračunana povprečna debelina lubja, iz povprečne debeline lubja obeh izsečkov pa nato tudi povprečna debelina lubja posameznega vzorčnega kosa.

**Graf 37: Porazdelitev vzorcev lubja po debelinskih razredih**

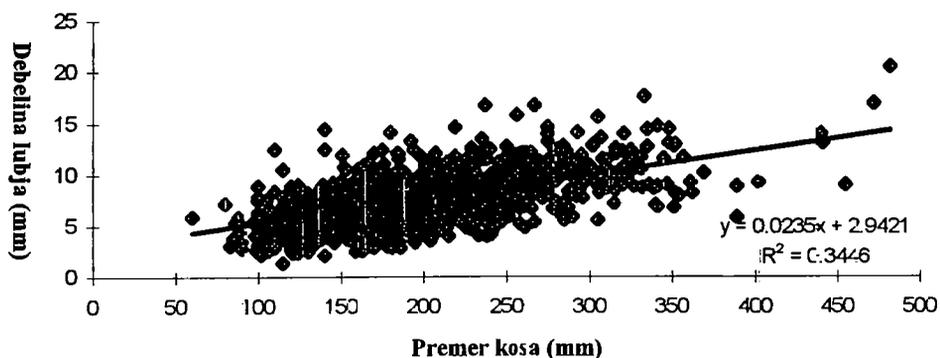


Na osnovi 1245 meritev smo izračunali povprečno debelino kostanjevega lubja, ki meri 7,5 mm, pri čemer je bilo najtanjše lubje debeline 1,4 mm, najdebelejše pa 20,4 mm. V 1088 primerih (87%) je bila izmerjena debelina lubja tanjša od 10 mm in le v 6 primerih je bilo lubje debelejšo od 15 mm.

Debelina kostanjevega lubja se seveda od primera do primera spreminja in je odvisna od številnih dejavnikov kot so: premer debla, stanje in starost drevesa, mesto na deblu, položaj drevesa v sestoji, rastiščne razmere, itd.

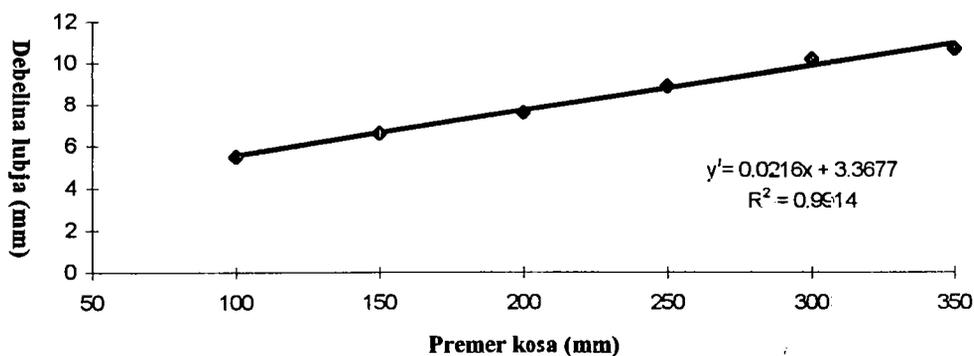
Analiza odvisnosti debeline lubja od premera kosa, pri čemer smo upoštevali dejanske - izmerjene vrednosti (povprečna debelina lubja - povprečni premer kosa) za vsak vzorčni kos, je pokazala, da z večanjem premera kosa narašča tudi debelina lubja, pri čemer gre za linearno regresijsko odvisnost. Da je v omenjenem primeru korelacijski koeficient razmeroma nizek je vzrok v prevladujočem številu vzorcev lubja iz kosov manjših premerov in dejstvo, da je bil v strukturi dobavljene surovine velik del kostanjevega lesa, in s tem tudi lubja, že deloma ali celo popolnoma suh. Spremembe zaradi sušenja pa se izražajo najprej na lubju.

Graf 38: Odvisnost debeline lubja od premera kosa



Da sicer obstaja med debelino lubja in premerom debla tesna linearna odvisnost, je pokazala nadaljna primerjava izmerjenih vrednosti. Z razvrstitvijo premerov debla v razrede, kjer smo oblikovali 50 mm razrede, (75-125mm, 125-175mm,...), smo za razrede izračunali tudi srednje vrednosti. Prikazana regresija, z velikim korelacijskim koeficientom, nam tudi potrjuje prejšnjo trditev.

Graf 39: Odvisnost povprečne debeline lubja od povprečnega premera kosa

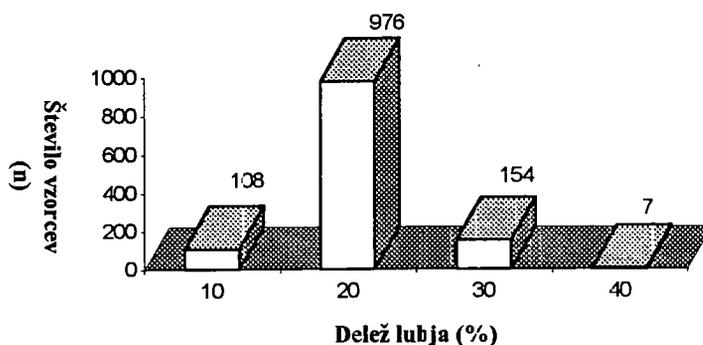


Na osnovi ugotovljene regresijske enačbe:  $Y' = 0.0216X + 3.3677$  smo za različne premere kosov lesa izračunali ustrezne srednje vrednosti za debelino lubja. Vrednosti so prikazane v naslednji preglednici.

Preglednica 47: Debelina kostanjevega lubja v odvisnosti od premera debla

Premer debla ( cm )	Dvojna debelina lubja (mm )	Premer debla ( cm )	Dvojna debelina lubja (mm )
10	11,0	19	14,9
11	11,5	20	15,3
12	11,9	21	15,8
13	12,4	22	16,2
14	12,8	23	16,7
15	13,2	24	17,1
16	13,6	25	17,6
17	14,1	30	20,3
18	14,5	35	21,3

Graf 40: Porazdelitev vzorčnih kosov po deležu lubja



#### 4.12.2.2 Masa kostanjevega lubja

Vsem izsečkom lubja smo takoj po izseku izmerili tudi njihovo maso - težo in nato na osnovi dobljenih vrednosti izračunali povprečno volumensko maso lubja, ki z ostalo lesno maso sestavlja tovor in hkrati surovino za proizvodnjo. Po osušitvi izsečkov do konstantne mase, smo izmerili tudi maso posušenega lubja in nato izračunali nominalno gostoto kostanjevega lubja - atro maso.

Ob poprejšnjem izračunu volumenske mase za posamezne vzorce lubja, pri čemer smo iz nadaljne obdelave izločili vrednosti za vzorce lubja, katerih volumenska masa je bila manjša od 400 in večja od 1000 kg/m<sup>3</sup>, smo izračunali povprečno volumensko maso lubja, ki znaša 699 kg/m<sup>3</sup>. Gre za povprečno volumensko maso kostanjevega lubja, saj je vzorčenje zajelo tako izsečke svežega, mokrega, namočenega, kot tudi delno osušenega ali suhega lubja.

S primerjavo mase svežega in mase absolutno suhega izsečka lubja smo izračunali tudi delež suhe lesne snovi v lubju, oziroma delež vlaga - vode v lubju. Pri tem smo ugotovili, da znaša povprečni delež suhe snovi v lubju 58,18% (vode 41,82%), s tem, da je najnižji 30% in najvišji kar 88%. Od skupno 1245 vzorcev lubja smo pri 76% vzorcev ugotovili delež suhe lesne snovi nad 50%.

Delež suhe snovi, oziroma delež vlage v lubju, je seveda odvisen od številnih dejavnikov, med drugim predvsem od časa in vrste sečnje, vremenskih razmer po sečnji, med transportom ali na skladišču, trajanja časa in mesta skladiščenja, vitalnosti - zdravstvenega stanja drevja, itd.

Na osnovi znane volumenske mase lubja in deleža suhe snovi v lubju, smo izračunali tudi povprečno nominalno gostoto - "atro maso" kostanjevena lubja. Le ta znaša  $402 \text{ kg/m}^3$ , pri čemer je bila najnižja nominalna gostota lubja  $317 \text{ kg/m}^3$  in najvišja  $709 \text{ kg/m}^3$ . Od skupno 1245 analiziranih vzorcev lubja je bila kar v 1105 primerih (89%) nominalna gostota lubja med 300 in  $500 \text{ kg/m}^3$ .

#### *4.12.2.3 Volumenski in masni deleži lubja*

Na osnovi podatkov o debelini lubja in premeru kosa smo izračunali tudi volumenski delež lubja v posameznem vzorčnem kosu in nato povprečni volumenski delež kostanjevega lubja za vso prevzeto in analizirano kostanjevino. Z ozirom na kvaliteto dobavljene surovine in povprečni premer kosa (195 mm) smo ugotovili, da znaša povprečni volumenski delež kostanjevega lubja 15%, s tem, da je bil najmanjši ugotovljen delež lubja v kosu le 5%, največji pa kar 40%. Iz znanega razmerja smo kasneje zračunali tudi povprečni masni delež lubja, ki znaša 11%.

Volumenski in masni deleži lubja ter njihovo spreminjanje zaradi vplivov obravnavanih dejavnikov, so prikazani v preglednicah 22 do 25.

## 5. POVZETEK IN ZAKLJUČKI

V prostem tržnem gospodarstvu je tudi korektna izmera količin lesa imperativ dobrih poslovnih razmerij in zaupanja med dobavitelji in porabniki lesa. To je pomembno tudi za vodenje vseh evidenc o vhodni surovini, njeni kakovosti, izkoristkih in drugih tehnoloških izračunih.

Razen natančnosti mora biti vsaka meritev tudi racionalna in gospodarna. Uskladitev obeh zahtev pri meritvah lesa povzroča precejšnje preglavice. To še posebej pri po obliki tako raznolikem lesu, kot je surovina za pridobivanje tanina. S konvencionalno metodo merjenja lesa je tu nemogoče zadostiti obeh zahtevam. Zato je nujno iskanje in uvajanje drugačne metode prevzema, to je metode tehtanja lesa.

Pred uvedbo te metode pa je treba poznati temeljne kazalce, ki pogojujejo uporabo te metode. Les pravega kostanja je manj pogost, omejeno uporaben, in tehnološko manj zanimiv. To je tudi vzrok za relativno skromne dosedanje raziskave in uporabne izsledke. Zato je bil osnovni namen pričujoče raziskave prav ugotovitev potrebnih izhodiščnih parametrov ter preizkus metode merjenja lesa s tehtanjem.

Terenske raziskave so potekale od začetka junija 1996 do konca aprila 1997, na skladišču lesa in v laboratoriju naročnika raziskav. Skupaj je bilo merjenih in ocenjenih 2903 m<sup>3</sup> (231 tovorov) dolgega oblega in 692 m<sup>3</sup> (50 tovorov) prostorninskega lesa. Vzorčenih je bilo 13.731 kosov oblovine, povprečne dolžine 4,46 m, srednjega premera 23,9 cm in telesnine 0,212 m<sup>3</sup>. Iz vsakega tovara je bilo odvzetih po šest vzorčnih kolotov za analize volumenske mase, 12 izsečkov lubja za analize fizikalnih lastnosti in deleža lubja ter po en vzorec (iz šestih kosov za vsak tovor) žagovine za analize vlažnosti lesa. Razen teh meritev smo ocenjevali še nekatere druge, na meritve potencialno možne vplivne dejavnike, kot so: vir dobav, čas poseka, delež suhega lesa v tovorih, delež lesa brez lubja, stanje lesa zaradi vremenskih vplivov, naravno stanje lesa glede osušenosti.

S statističnimi metodami smo zbrane in poprej prečiščene podatke analizirali in ugotovili srednje vrednosti, intervale teh vrednosti, statistično zanesljivost, medsebojno soodvisnost ter spreminjanje vrednosti pod vplivom različnih zunanjih dejavnikov. Takšne analize smo opravili za številne parametre, ločeno za običajno metodo prevzema lesa (s klupanjem), za primerjalno metodo s ksilometriranjem kolotov, za prostorninski les in posebej za lubje. Za izsledke obeh metod, to je običajne metode merjenja s klupanjem in metode ksilometriranja lesa, smo napravili tudi obsežne medsebojne primerjave vseh pomembnejših parametrov. Končno smo, s pomočjo ustreznih regresijskih enačb, izračunali teoretične vrednosti za vse tri izhodiščne parametre pri prevzemanju lesa po masi, to je za vlažnost, volumensko maso in nominalno gostoto lesa. Te vrednosti smo izračunali pri dolgem oblem lesu za razpon vlažnosti med 30 in 60% ter za prostorninski les z vlažnostjo med 25 do 55 %. Višje ali nižje dejanske vrednosti v naših raziskavah nismo ugotovili. Na podlagi vrednosti teh parametrov smo izračunali tudi vrednosti nekaterih za praktično delo pomembnih pretvornih faktorje. Vse skupaj smo prikazali v obliki preglednih in za prakso uporabnih tablic.

Zaradi obsežnosti vseh izsledkov in ugotovitev raziskav bomo tu povzeli le nekatere najpomembnejše, še posebej izsledke primerjav med obema metodama ter le za ključne parametre.

Z metodo klupanja ugotovljene vrednosti ključnih parametrov so:

$$V_m = 1032,7 \pm 10,49 \text{ kg/m}^3; N_g = 560,9 \pm 6,09 \text{ kg/m}^3; V_l = 45,6 \pm 0,48\%.$$

Z metodo ksilometriranja vzorčnih kolotov pa smo ugotovili te vrednosti:

$$V_m = 946,0 \pm 5,85 \text{ kg/m}^3; N_g = 513,3 \pm 3,59 \text{ kg/m}^3; V_l = 45,6 \pm 0,48\%.$$

Razlika med vrednostmi  $V_m$  in  $N_g$  je torej + 9,2%, in sicer v korist metode klupanja lesa. Med vrednostima za  $V_l$  seveda razlike ni, saj smo vlažnost pri obeh metodah ugotavljali na osnovi istih vzorcev žagovine.

Če prikazane vrednosti primerjamo z nekaterimi razpoložljivimi podatki iz literature so ugotovitve naslednje:

V Šumarski enciklopediji (Zagreb, 1980) so za pravi kostanj navedeni tile podatki:

$V_m$  (svež les) = 1060 kg/m<sup>3</sup>;  $N_g$  = 450 kg/m<sup>3</sup>;  $V_l$  = 57,4 %. Volumenska masa je torej tu le za 2,1% večja, kot smo jo ugotovili z metodo klupanja, oziroma za 12% večja od povprečne vrednosti po metodi ksilometriranja. Očitne so razlike med nominalnima gostotama in vlažnostima. Ker je tu navedena povprečna vlažnost (57,4%) kar za 25,8 % višja, ko je po naših raziskavah (45,6%), je ustrezno nižja tudi nominalna gostota. Tudi po Trendelenburgu (Lipoglavšek, 1980) je pravi kostanj uvrščen v skupino "zelo moker les", z vlažnostjo nad 53% in količino vode v lesu nad 550 kg/m<sup>3</sup>. Pri tem je nujno upoštevati, da navedene vrednosti veljajo za les zdravega stoječega kostanjevega drevja, oziroma za les ob poseku. Takšen les pa je bil v naših raziskavah le izjema. Relativno majhne razlike v vrednostih  $V_m$  in  $N_g$  pa so, če jih primerjamo pri enaki vlažnosti (57,4%). Tedaj so vrednosti  $V_m$  iz enciklopedije le še za 2,7%,  $N_g$  pa le za 1,5% višje od vrednosti po naših raziskavah.

Primerjajmo še naše izsledke z izsledki raziskav iste vrste in enakega (dolgi obli les) lesa, ki so bile opravljene leta 1993 v Iverki - BREST, Cerknica (ŽGAJNAR, 1994). Primerjave so prikazane v preglednici 48.

Preglednica 48: Primerjava izsledkov raziskav fizikalnih parametrov kostanjevega lesa v tovarnah BREST, Cerknica in TANIN, Sevnica

Kazalec	Metoda merjenja	BREST	TANIN	Razlika (%)
$V_m$ (v kg/m <sup>3</sup> )	klupanje	1007,2	1032,7	2,6
	ksilometriranje	917,3	946,0	3,2
$N_g$ (v kg/m <sup>3</sup> )	klupanje	547,8	560,9	2,4
	ksilometriranje	497,3	513,3	3,2
$V_l$ (%)	-	45,6	45,6	0,0
$Pr$ (v cm)	ksilometriranje	19,5	19,7	1,0

Razlike v  $V_m$  in  $N_g$  so relativno majhne, saj so le od 2,4 do 3,2 odstotne, in sicer vse v dobro TANIN-a. Vzrok za nižjo vrednost  $V_m$  v BREST-u je nedvoumno dejstvo, da večje število tovorov ni bilo klupanih, pač pa je bil za obračun uporabljen pretvorni faktor 1m<sup>3</sup> = 1000 kg. Isti vzrok pogojuje tudi razlike med nominalnima gostotama.

Menimo, da so razlike med vrednostmi  $V_m$  in  $N_g$ , ugotovljene s ksilometriranjem, predvsem posledica slabše kakovosti lesa v BREST-u. Dejansko je bil to les slabe kakovosti, skladiščen v gozdu ali na skladiščih tudi leto dni in več, že z očitnimi znaki biološko-kemične razgradnje (trhel, nagnit).

Povsem izenačeni sta primerjani vlažnosti, neznatna razlika je tudi v srednjem premeru vzorčnih kolutov.

Za prostorninski les smo ugotovili tele vrednosti glavnih parametrov:

$V_m$  = 471,6 kg/prm;  $N_g$  = 273,1 kg/prm;  $V_l$  = 41,9%;

Vlažnost prostorninskega lesa je bila ob prevzemu v povprečju za 8% ( 3,7 odstotnih točk) nižja, kot pri dolgem lesu. Pomembna je ugotovitev, da 1 prm dejansko vsebuje le 0,514 m<sup>3</sup> lesa, saj se v praksi običajno upošteva pretvorni faktor 0,65 do 0,75, odvisno od vrste in oblike polen ( drv).

Iz obsežnih raziskav fizikalnih parametrov kostanjevega lubja povzemamo tele izsledke:

$V_m$  lubja = 699,4 kg/m<sup>3</sup>;  $N_g$  = 401,9 kg/m<sup>3</sup>;  $V_l$  = 41,8%; Povpr. debelina lubja = 7,5 mm; Masni delež lubja = 11,1%; Volumenski delež lubja = 15,4%. Primerjava prikazanih vrednosti z ustreznimi vrednostmi iz razpoložljivih virov (KLEPAC, 1958) pokaže, da gre tudi tu za

nekoliko nižje vrednosti. Tako je po navedenem viru volumenski delež lubja za 13%, debelina lubja pa za 30% večja, kot iz naših raziskav. Tudi tu gre za razlike, ki so pogojene z meritvami lubja v različnih razmerah, zlasti pri različni vlažnosti in stanju lesa.

Za zaključek naj ponovno omenimo razlike med vrednostimi  $V_m$  in  $N_g$ , ugotovljene z metodo klupanja in ksilometriranja lesa, ki so za 9,2% višje pri metodi klupanja. Čeprav vzrok razlik ne moremo dokazati, smo prepričani, da so posledica sistematske napake pri klupanju lesa. Čeprav so bile meritve srednjih premerov opravljene na 1mm natančno, dolžine kosov pa na 1cm, je treba nujno upoštevati, da gre v pretežni meri za izrazito konična debla, ali dele debel, ki so tudi v prečnem prerezu le redko pravilno oblikovani. Pri ksilometriranju takšne sistematske napake niso bile mogoče. Zato priporočamo naročniku, da upošteva pri prevzemu izsledke raziskav po tej metodi, torej tablice, ki so prikazane v preglednici 39.

Za ustrezne tehnološke izračune v proizvodnem procesu, predvsem pa zaradi ohranitve in utrjevanja zaupanja dobaviteljev, je čim natančnejše merjenje prevzetih količin lesa prvi pogoj dobrih poslovnih razmerij. Točnost meritev je tudi pri metodah tehtanja v veliki meri odvisna od strokovnosti, izurjenosti in vestnosti prevzemovalca, oziroma merilca in jemalca vzorcev. Kako pomembno je to opravilo, nam dokazujejo primeri v sosednji Avstriji, kjer mora imeti prevzemovalec ustrezno strokovno izobrazbo in državni izpit, njegovo delo pa občasno nadzirajo državne inšpekcijske službe. Zato priporočamo tudi naročniku, da temu vprašanju nameni vso pozornost.

## 6. UPORABLJENI VIRI IN LITERATURA

- ARH, M., 1989. Faktorji za pretvorbo lesa iz prm v m<sup>3</sup>. Polikopija. TCP Videm, Krško.
- ČOKL, M., 1975. Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik. IGLG, Ljubljana
- DIETZ, P., 1972. Vermessung von Industrieholz nach Gewicht. Holz-Zentralblatt Nr.33, Stuttgart.
- HROVAT, T., 1991. Prezem lesa po teži. Ugotavljanje količin dobavljenega lesa na lesnem skladišču na osnovi mase. Pripravniška naloga. TCP Goričane.
- JURC, D/ KRALJ, T/ MEDVED, M/ MIKULIČ, V/ ŽGAJNAR, L 1994. Stanje in perspektive oskrbe s kostanjevim lesom iz domačih virov v tovarni "TANIN" Sevnica. Elaborat. GIS, Ljubljana.
- KLEPAC, D., 1958. Funkcionalni odnos izmedju debljine kore i prsnog promjera za naše važnije listopadno drveče. Šumarski list 7-9, Zagreb.
- LIPOGLAVŠEK, M., 1980. Gozdni proizvodi. Učbenik za študij gozdarstva. BF, Ljubljana.
- LIPOGLAVŠEK, M., 1976. Vpliv časovnega spreminjanja vlažnosti drobnega bukovega lesa na merjenje po teži. Strokovna in znanstvena dela št. 52. IGLG, Ljubljana.
- NEUSSER, H., 1987. Industrieholz, Bereitstellung, Lagerung, Gewichtsvermessung. Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papir. Wien.
- SGERM, F., 1968. Določevanje količin lesa z maso. LES št. 1-2, Ljubljana.
- ŽGAJNAR, L., 1990. Količine, pridobivanje, predelava in uporaba drobne drevesne in grmovne mase - sečnih ostankov. Raziskovalna naloga. IGLG, Ljubljana.
- ŽGAJNAR, L., 1994. Merjenje količin industrijskega drobnega lesa na osnovi mase ter strokovne osnove za standardizacijo. Izsledki raziskav vrednosti osnovnih parametrov in postopkov za merjenje količin lesa s tehtanjem v tovarni BREST-IVERKA, Cerknica. Raziskovalna naloga. GIS, Ljubljana.
- 1980. Šumarska enciklopedija. Zvezek 1, 2, 3. Jugoslovenski leksikografski zavod, Zagreb.

